

Aino Ojaniemi

**Sous vide -kypsennyslämpötilan vaikutus
porsaan ulkofileen täyteläisyyteen ja suolaisuuteen**

Opinnäytetyö

Kevät 2014

SeAMK Elintarvike ja maatalous, ravitsemisala
Palvelujen tuottamisen ja johtamisen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Elintarvike- ja maatalous, ravitsemisala

Koulutusohjelma: Palvelujen tuottamisen ja johtamisen koulutusohjelma

Tekijä: Aino Ojaniemi

Työn nimi: Sous vide -kypsennyslämpötilan vaikutus porsaan ulkofileen täyteläisyyteen ja suolaisuuteen

Ohjaaja: Kaija Nissinen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 62

Liitteiden lukumäärä: 2

Sous vide -kypsennysmenetelmässä tyhjiöön pakattua ruokaa kypsennetään matalassa lämpötilassa. Menetelmää käytetään etenkin ravintoloissa ja elintarviketeollisuudessa, ja sen hyötynä on tiettyjen laatuominaisuuksien saavuttaminen perinteisiin kypsennysmenetelmiin verrattuna.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka 60, 70 ja 80 celsiusasteen kypsennyslämpötilat vaikuttavat porsaan ulkofileen täyteläisyyteen ja suolaisuuteen, kun käytetään sous vide -menetelmää. Suolaisuuden ja täyteläisyyteen vaikuttavan umamin lisäksi arviointikohteina olivat hapokkuus ja lihojen mehukkuus. Sekä lihat että niistä erottuneet liemet arvioitiin. Aistinvaraisen arvioinnin suoritti koulutettu raati, joka käytti kuvailevaa arviointimenetelmää. Tutkimus oli kvantitatiivinen ja vastaukset kerättiin arviointilomakkeilla.

Tulosten mukaan umami ja suolaisuus maistettiin voimakkaimpana 70 °C:n lihanäytteissä, mutta eri kypsennyslämpötilojen näytteiden välillä ei ollut suuria eroja. Mitä kuumemmassa lämpötilassa lihanäytteitä oli kypsennetty, sitä vähemmän hapokkaita ja mehukkaita ne olivat.

Lieminäytteiden umamissa, suolaisuudessa ja hapokkuudessa ei ollut suuria eroja eri kypsennyslämpötilojen välillä. Maut olivat kuitenkin hieman sitä voimakkaampia, mitä korkeampi kypsennyslämpötila oli kyseessä. Lisäksi liemien maut olivat kaikissa kypsennyslämpötiloissa voimakkaampia lihanäytteisiin verrattuna.

Tutkimus on osa ”Uudet elintarvikeprosessit – näkökulmina laatu ja kestävä tuotantotalous” -kehittämiprojektia, jonka päämääränä on maukas, terveellinen, turvallinen ja ympäristöystävällinen ruoka uusilla tekniikoilla tuotettuna. Tavoitteena on tuottaa tietoa muun muassa eri käsittely- ja kypsennysmenetelmien (erityisesti sous vide -menetelmän) vaikutuksista elintarvikkeiden laatuun. Projekti on Tekesin (EAKR), osallistujayritysten ja Etelä-Pohjanmaan korkeakoulusäätiön rahoittama, ja sen toteutukseen ovat osallistuneet useat eri tahot.

Avainsanat: sous vide, täyteläisyys, suolaisuus, kypsennyslämpötila, sianliha

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: The School of Food and Agriculture

Degree programme: Hospitality Management

Author: Aino Ojaniemi

Title of thesis: The effect of sous vide cooking temperature on the fullness and savoriness of pork sirloin

Supervisor(s):

Year: 2014

Number of pages: 62

Number of appendices: 2

Sous vide is a method of cooking food sealed in a vacuum at a low temperature. The method is used especially in restaurants and in the food industry, and it has the advantage of achieving certain qualities compared to conventional cooking methods.

The aim of the study was to examine the effect of sous vide cooking temperatures of 60, 70 and 80 degrees Celsius on the fullness and savoriness of pork sirloin. In addition to richness (caused by umami) and savoriness, also acidity and succulency were evaluated. The meats as well as their juices were evaluated. The sensory evaluation was conducted by trained panel using descriptive method. The study was quantitative and the evaluations were collected by questionnaire.

The study showed that umami and savoriness were strongest in the meat samples heated to 70 degrees, but there were no significant differences between all the meat samples. The higher the cooking temperature had been, the less acid and less succulent the meat samples were.

There were no significant differences between the meat juice samples of different cooking temperatures when it comes to umami, savoriness and acidity. However, the higher the cooking temperature had been, the slightly stronger those tastes were. The tastes were perceived stronger in meat juice samples compared to meat samples at all the three cooking temperatures.

The study is a part of the New food processes -project, the aim of which is palatable, healthy, safe and eco-friendly food produced by new technologies. Its goal is to produce information about the effects of different processing and cooking methods (especially sous vide) on the quality of food. The project is funded by Tekes, partner companies and Seinäjoki Joint Municipal Authority for Higher Education, and it's put into practice by several different partners.

Keywords: sous vide, richness, savoriness, cooking temperature, pork

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
1 JOHDANTO	6
2 SOUS VIDE -KYPSENNYKSEN VAIKUTUKSET LIHAN LAATUOMINAISUUKSIIN	8
2.1 Tietoa sous vide -kypsennysmenetelmästä	8
2.2 Täyteläisyys ja sen muodostuminen	9
2.3 Kypsennyslämpötilan vaikutus täyteläisyyteen	11
2.4 Kypsennyslämpötilan vaikutus suolaisuuteen	15
2.5 Kypsennyslämpötilan vaikutus mehukkuuteen ja hapokkuuteen	16
3 TÄYTELÄISYYDEN AISTIMISEN VAIKUTUS RAVITSEMUSLAADULLISIIN TEKIJÖIHIN.....	18
4 AISTINVARAINEN ARVIOINTI KUVAILEVALLA MENETELMÄLLÄ	21
4.1 Kuvailevat arviointimenetelmät	23
4.1.1 Yleinen kuvaileva menetelmä	23
4.1.2 Poikkeama vertailunäytteestä – kuvaileva menetelmä.....	24
4.2 Raadin valinta ja koulutus	25
4.3 Arvioinnin toteutus käytännössä.....	28
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	31
5.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet.....	31
5.2 Menetelmien valinta	32
5.3 Raadin valinta ja koulutus	34
5.4 Näytteiden valmistus ja tarjoilu.....	35
5.5 Aistinvaraisen arvioinnin toteutus.....	38
5.6 Näytteiden valmistus kemiallisia analyyseja varten.....	40
6 TULOKSET	41
6.1 Lieminäytteet.....	42

6.2 Lihanäytteet	46
6.3 Yhteenveto.....	52
7 POHDINTA	53
LÄHTEET	58
LIITTEET	62

1 JOHDANTO

Sous vide -kypsennysmenetelmässä ruoka pakataan ilmatiiviisti muoviseen vaakuumpakkaukseen ja kypsennetään esimerkiksi vesihauteessa, jonka lämpötilaa kontrolloidaan termostaatin avulla. Menetelmässä käytettävät lämpötilat ovat yleensä matalampia kuin perinteisissä kypsennysmenetelmissä, minkä vuoksi menetelmällä on mahdollista saavuttaa myös hyvin toisenlaisia aistinvaraisia ominaisuuksia. Koska kypsennyslämpötilaa voidaan kontrolloida hyvin tasaisesti ja tarkasti, avaa se mahdollisuuden kokeilla useita erilaisia kypsennyslämpötila- ja aikayhdistelmiä (Mortensen 2013, 43).

Erilaisten kypsennyslämpötilojen, -aikojen ja useiden muiden tekijöiden vaikutuksista ruoan aistinvaraisiin ominaisuuksiin on kuitenkin vielä paljon tutkittavaa (Mortensen 2013, 7). Koska menetelmää käytetään lisääntyvästi sekä elintarviketeollisuudessa, ravintoloissa että tavallisten kotikokkien parissa, on tärkeää löytää uutta tietoa menetelmän eri lämpötila- ja aikayhdistelmien vaikutuksista.

Myös tämä opinnäytetyö keskittyy sous vide -menetelmällä saavutettaviin aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Tutkimuskohteina ovat ennen kaikkea 60, 70 ja 80 °C:n kypsennyslämpötilojen vaikutukset porsaen ulkofileen ja siitä erottuneen liemen täyteläisyyteen ja suolaisuuteen. Myös vaikutuksia mehukkuuteen ja hapokkuuteen päätettiin tutkia.

Täyteläisyyden taustalla olevaan umamiin vaikuttavat useat eri tekijät, joista on ajan kuluessa löydetty yhä enemmän tietoa. Ensimmäisen havainnot umamista teki Brillat-Savarin tutkielmassaan ”Maun fysiologia” vuonna 1825 (Yamaguchi & Ninomiya 2000, S921). Umamiin olennaisesti vaikuttavan glutamaatin luonnollisen muodon löysi Karl Ritthausen vuonna 1866 (Jinap & Hajeb 2010, 1-2, Ritthausenin 1913 mukaan). Perusmauksi umamin luokitteli Kikunae Ikeda vuonna 1908, ja myös lukuisat muut tutkijat ovat tuoneet umamista uutta tietoa aina tähän päivään asti (Jinap & Hajeb 2010, 2).

Umamin ja suolaisuuden ilmenemisellä on vaikutuksia myös ravitsemuksellisiin tekijöihin. Molemmat maut vaikuttavat useiden ruokien miellyttävyyteen ja siten niiden kulutukseen, mutta runsaalla suolan käytöllä on todettu olevan terveyden

kannalta myös haitallisia vaikutuksia (Korhonen 2002, 77). Tutkimusten mukaan umamia korostamalla ruokien suolapitoisuutta voitaisiin laskea, ilman että se vaikuttaisi ruokien miellyttävyyteen. Siten umami voisi toimia apuna suolan vähentämisessä (Yamaguchi & Takahashin 1984, 85).

Tutkimus on osa ”Uudet elintarvikeprosessit – näkökulmina laatu ja kestävä tuotantotalous” -hanketta, jonka tavoitteena on muun muassa tuottaa tietoa eri kypsennysmenetelmien vaikutuksista elintarvikkeiden aistittavaan, hygieeniseen ja ravitsemukselliseen laatuun. Projektilla on Epanet-verkoston kautta rinnakkais-hankkeet Turun yliopiston Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksessa ja Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa. Turun yliopiston hanketta johtaa professori Anu Hopia ja Helsingin yliopiston hanketta tutkimusjohtaja Ulrike Lyhs. Edellisten lisäksi hankkeeseen osallistui Seinäjoen ammattikorkeakoulu, jonka kautta projektin käytännön toteutusta johti projektipäällikkö Seija Pihlajaviita. Projekti on rahoitettu pääosin Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) varoin Tekesin kautta, mutta rahoitukseen ovat osallistuneet myös Etelä-Pohjanmaan korkeakoulusäätiö ja hankkeeseen osallistuneet yritykset.

Työn alkupuolella keskitytään tutkimusta koskevaan taustatietoon: Luvussa 2 keskitytään edellä mainittuihin aistinvaraisiin ominaisuuksiin sekä kypsennyslämpötilojen vaikutuksiin kyseisten ominaisuuksien suhteen. Luvussa 3 käsitellään tarkemmin ravitsemukseen liittyviä tekijöitä ja luvussa 4 syvennyttään aistinvaraista arviointia koskeviin käytäntöihin, jotka ovat olennaisia tutkimuksen onnistuneen toteutuksen kannalta. Työn loppupuolella kerrotaan tutkimuksen varsinaisesta toteutuksesta (luku 5) ja esitellään tulokset (luku 6).

2 SOUS VIDE -KYPSENNYKSEN VAIKUTUKSET LIHAN LAATUOMINAISUUKSIIN

2.1 Tietoa sous vide -kypsennysmenetelmästä

Sous vide -kypsennysmenetelmässä tyhjiöön pakattua ruokaa kypsennetään matalassa lämpötilassa vesihauteessa. Ruoan pakkauksessa käytetään kuumuutta kestäviä vakuuminuovipusseja ja vesihauteen lämpötila pidetään tasaisena vettä kierrättävän termostaatin (eli sirkulaattorin) avulla. Menetelmästä on tullut yhä suosittumpi ravintolakokkien, mutta myös harrastelijoiden kuten kotikokkien keskuudessa. (Mortensen 2013, 7–21).

Mortensenin (2013, 7-21) mukaan sous vide -menetelmää käytettäessä lihaa kypsennetään alle sadassa celsiusasteessa, yleensä 54–65 °C:ssa. Kypsennysaika vaihtelee noin 20 minuutista jopa 72 tuntiin. Klassisiin kypsennysmenetelmiin verrattuna suurin ero on matalassa kypsennyslämpötilassa, jota voidaan tarkasti kontrolloida termostaatin ja vesihauteen avulla (mts. 43). Menetelmällä on mahdollista saavuttaa tasainen lämpötila, jota voidaan pitää yllä useita tunteja. Lämpötilan tasaisuuden vuoksi vältetään perinteiseltä ongelmalta, jossa lihan pinta ylikypsy.

Koska lämpötilaa voidaan kontrolloida hyvin tarkasti, tuo se mahdollisuuden käyttää useita erilaisia kypsennysaika- ja lämpötilayhdistelmiä. Siten on mahdollista saavuttaa aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan huomattavastikin toisistaan poikkeavia lopputuloksia. Tutkimuksia siitä, millaisia ominaisuuksia eri kypsennysaika- ja lämpötilayhdistelmät saavat aikaan matalia lämpötiloja käytettäessä, on kuitenkin vielä melko vähän. (Mortensen 2013, 43–44).

Koska tässä tutkimuksessa keskityttiin erityisesti näytteiden täyteläisyyden ja suolaisuuden, mutta myös mehukkuuden ja hapokkuuden tutkimiseen, käsitellään myös tässä luvussa ensisijaisesti vain kyseisiä ominaisuuksia. Tutkimuksessa ei myöskään keskitytty näytteiden miellyttävyyteen vaan ominaisuuksien objektiiviseen arviointiin, mutta on mainittava, että sous vide -menetelmällä on mahdollista saavuttaa ominaisuuksia, jotka voidaan mieltää miellyttäviksi. Näitä ovat muuan muassa mureus ja mehukkuus, joista kerrotaan kappaleessa 2.5 (Mortensen

2013, 29). Lisäksi ruoan tyhjiöpakkaus estää hapettumista, höyrystymistä ja maku-
jen katoamista kypsennyksen aikana (Jarva 2012, 3, Churchin & Parsons 2000
mukaan).

Mortensenin (2013, 23–24) mukaan liha ei ruskistu sous vide -kypsennyksessä
alhaisten lämpötilojen vuoksi, ja koska vakuuminuovi estää lihasta erottuneen
nesteiden haihtumisen, jolloin liha on nesteen ympäröimä ja pinnaltaan kostea. Tä-
män vuoksi ei myöskään synny lihan ruskistumisen tuomaa miellyttävää makua.
Liha voidaan kuitenkin erikseen ruskistaa ennen kypsennystä tai sen jälkeen.
Myös kypsennystä edeltävää suolausta saatetaan suositella mehukkuuden ja ma-
kujen korostamiseksi.

2.2 Täyteläisyys ja sen muodostuminen

Umami on viides laajasti hyväksytty perusmaku suolaisen, makean, happaman ja
karvaan rinnalla (Jinap & Hajeb 2010, 1). Sen makua on luonnehdittu muun muas-
sa täyteläiseksi, lihaisaksi ja mausteiseksi. Umamiutta aikaansaavia ainesosia on
luonnostaan kolme: glutamaatti, guanylaatti ja inosinaatti, joista kaksi jälkimmäistä
ovat 5'-ribonukleotideja. (Yamaguchi & Ninomiya 2000, 921S–923S).

Glutamaattia ja nukleotideja on luonnostaan runsaasti useissa ruoka-aineissa, ku-
ten kasviksissa, lihassa ja merenelävissä, ja ne vaikuttavat huomattavasti kyseis-
ten ruokien tyypilliseen makuun. Luonnossa esiintyvä glutamaatti on L-
glutamiinihapon muodossa. Glutamiinihappo on yksi yleisimmistä aminohapoista,
ja se on läsnä muun muassa useissa proteiineissa ja peptideissa. (Jinap & Hajeb
2010, 1–2). Ribonukleotideista inosinaattia löytyy pääosin lihasta, kun taas guany-
laattia on runsaammin kasveissa (Yamaguchi & Ninomiya 2000, 922S).

Glutamaatti luokitellaan lisäaineena arominvahventeeksi (E620). Glutamaatin suo-
loja ovat natriumglutamaatti (E621), monokaliumglutamaatti (E622), kalsiumdiglu-
tamaatti (E623), monoammoniumglutamaatti (E624) ja magnesiumdiglutamaatti
(E625). Niitä käytetään korostamaan ruokien umami-makua. Glutamaatin sijaan
saatetaan käyttää esimerkiksi hiivauutetta tai hydrolysoituja proteiineja, jotka sisäl-
tävät paljon glutamaattia. (Jinap & Hajeb 2010, 3).

Umamilla on luonteenomaisia ominaisuuksia, jotka erottavat sen muista mauista. Kun eräässä tutkimuksessa koehenkilöitä pyydettiin kuvailemaan natriumglutamaatin aikaansaamaa muutosta makuprofiilissa ilman umami-sanan käyttämistä, he kuvailivat koko makuintensiteetin kasvaneen MSG:n lisäyksen vaikutuksesta. Huomattavimpia muutoksia olivat muun muassa merkittävä luonteenomaisten makujen nousu, maun jatkuvuus ja täyteläisyys. (Yamaguchi & Ninomiya 2000, 923S).

Mouritsenin, Williamsin, Bjerregaardin ja Duelundin (2012, 2) mukaan inosinaatti (inosiinimonofosfaatti eli IMP) ja guanylaatti (guanosiinimonofosfaatti eli GMP) tehostavat tietyn makureseptorin herkkyyttä glutamaatille. Tästä johtuen umamin intensiteetti tehostuu huomattavasti, kun glutamaattia ja 5'-ribonukleotideja sekoitetaan keskenään (Yamaguchi & Ninomiya 2000, 923S). Tiedetään, että vastaavanlainen efekti voi syntyä makeiden substanssien kanssa (Yamaguchi & Ninomiya 2000, 923S, Yamaguchin 1967 mukaan). Huomattavimmat synergistiset vaikutukset on kuitenkin havaittu umami-substanssien välillä (Yamaguchi & Ninomiya 2000, 923S).

Umami on vuorovaikutuksessa muihin makuihin, erityisesti suolaiseen ja makeaan, mutta myös karvaaseen (Chandrashekar, Hoon, Ryba & Zuker 2006, 290–292). Glutamaatin lisäksi myös L-aspartaatti on yhdistetty umami-makuun (Temussi 2009, 296), mutta sen vaikutus on vähäisempi eikä sen makumekanismeista tiedetä vielä kovin paljon (Mouritsen ym. 2012, 2). Vuonna 2003 löydettiin uusi umamia voimistava ainesosa, alapyridaiini (kirjoittajan oma suomennos, alkuperäinen englanninkielinen nimitys oli alapyridaine), joka voimistaa ruoissa myös makeutta ja suolaisuutta (Yuan 2003).

Umamiin ja sitä kautta täyteläisyyteen vaikuttavat siis useat eri tekijät. Umamiin vaikuttavista ainesosista löytyy runsaasti tutkimuksia eri ruoka-aineiden ja elintarvikkeiden osalta. Vaikka umamin aistimista on tutkittu paljon, on aiheen suhteen silti vielä paljon tutkittavaa (Yuan 2003).

Nykyisten tutkimusmenetelmien avulla makuominaisuuksien yhdistelmiä on kyetty tutkimaan yksityiskohtaisemmin ja on voitu osoittaa, että umami ei voi olla neljän muun perusmaun yhdistelmä. Lisäksi mahdollisten glutamaattireseptoreiden löytö

makusilmuista viittaa siihen, että glutamaatille on oma makureseptionsa. (Yamaguchi & Ninomiya 2000, 923S).

2.3 Kypsennyslämpötilan vaikutus täyteläisyyteen

Keittämisen, fermentoinnin, kypsentämisen ja kypsymisen seurauksena tapahtuva proteiinien hydrolysoituminen vapauttaa glutamaatin, jolloin tuotteeseen syntyy umami-maku. Proteiinimolekyyliin sitoutuneena glutamaatti on mauton eli vain glutamaatin vapaalla L-muodolla on makua korostavia ominaisuuksia. (Jinap & Hajeb 2010, 2). Proteiinit ovat yleensä isoja molekyylejä, jotka voidaan maistaa ainoastaan silloin, kun ne pilkkoutuvat pienimolekyyllisiksi aminohapoiksi ja mahtuvat sitten makureseptoreiden molekyyleihin makusilmuissa (Umami Dearest 2002).

Dang, Wang ja Xu (2008, 93–102) tutkivat tapoja uuttaa makuun vaikuttavia ainesosia Jinhua-kinkusta valmistetusta vesiliukoisesta uutteesta. Tutkimuksessa Jinhua-kinkusta valmistettua uutetta kuumennettiin, jolloin sen asparagiinin, histidiinin ja glutamiinihapon määrät lisääntyivät huomattavasti, ja erityisesti glutamiini- ja asparagiinihapon todettiin vaikuttavan umami-makuun (mts. 97). Lisäksi on todettu, että esimerkiksi juuston kypsytyksen aikana sen proteiinit ovat rikkoutuneet pienemmiksi polypeptideiksi ja yksittäisiksi aminohapoiksi: glutamaatti oli yksi eniten lisääntyneistä aminohapoista (Weaver & Kroger 1978, 579).

On kuitenkin myös tutkimuksia, joissa kypsennys ei ole nostanut vapaiden aminohappojen ja glutamaatin kokonaismääriä. Eri tutkimuksista on saatu asian suhteen toisistaan poikkeavia tuloksia eikä siksi voida olla varmoja, nousevatko aminohappojen ja glutamaatin määrät kypsennyksessä. Eri tutkimuksissa käytetyillä lämpötiloilla, menetelmillä ja matriiseilla on todennäköisesti ollut oma vaikutuksensa. Edellisten tietojen perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että myös sous vide -kypsennyksessä glutamaatin mahdolliseen vapautumiseen vaikuttaisi kuumuuden aikaansaama proteiinien pilkkoutuminen – jos proteiinit siis pilkkoutuisivat.

Sasaki, Motoyama ja Mitsumoto (2007, 167–172) tutkivat vesiliukoisten umamiainesten muutoksia kahdessa sian eri lihaksessa (*longissimus* ja *biceps femoris*) kostealämpökypsennyksen aikana. Kuutioituja lihoja kypsennettiin dekantterilasis-

sa 95 asteisessa vesihauteessa 10, 30, 60 ja 180 minuuttia. Lihojen joukossa oli 5 millilitraa vettä tai 1-prosenttista suolaliuosta. (Sasaki, Motoyama & Mitsumoto 2007, 168).

Tutkimuksen mukaan glutamaatin määrät vähenivät lihaskudoksissa ja nousivat liemissä (lihojen joukossa olevissa nesteissä) kypsennyksen aikana, mutta glutamaatin kokonaismäärät pysyivät samoina. Myös aminohappojen ja IMP:n määrät laskivat lihaskudoksissa ja nousivat liemissä kypsennyksen aikana. Kokonaisaminohappomäärät pysyivät kuitenkin samoina. IMP:n kokonaismäärät nousivat kypsennyksessä ensimmäisen 10 minuutin aikana, mutta eivät enää 10–180 minuutin välillä. (Sasaki, Motoyama & Mitsumoto 2007, 170–171). Voidaan siis olettaa, että kypsennyksen aikana glutamaatin, aminohappojen ja IMP:n määrä lihassa vähenee, kun ne siirtyvät lihasta erottuvan liemen mukana lihaskudoksen ulkopuolelle. Samalla kyseisten aineiden määrät liemissä nousevat.

Kiinalaisen Nanjing-ankan makuainesosia koskevassa tutkimuksessa vakuumipakatut ankanlihanäytteet jaettiin seuraaviin ryhmiin: niitä kypsennettiin joko 99 °C:ssa 40 minuuttia, 108 °C:ssa 20 minuuttia, 121 °C:ssa 25 minuuttia tai mikroaaltouunissa 92 °C:ssa. Mikroaaltouunissa kuumennettuja näytteitä kypsennettiin vielä 95 asteisessa vedessä 30 minuuttia. Lisäksi oli käsittelemätön kontrolliryhmä, jota ei kypsennetty kuten muita näytteitä. (Dai ym. 2011, 675).

Kokeessa 5'-nukleotidien määrä nousi kaikissa kypsennyslämpötiloissa kontrolliryhmään verrattuna. 5'-IMP:n ja 5'-GMP:n pitoisuuksissa ei ollut suuria eroja ryhmien välillä. Kypsennyslämpötilojen eroilla ei ollut suurta vaikutusta vapaiden aminohappojen määrään, tosin kontrolliryhmään ja 99 °C:n ryhmään verrattuna muiden lämpötilojen näytteissä määrä oli taipuvainen olemaan hieman pienempi. Glutamiini oli näytteissä ainut aminohappo, jonka määrä ylitti minimikynnyksen, jossa maku saavutetaan. Ryhmien välillä ei ollut suuria eroja glutamiinin ja asparagiinin pitoisuuksissa. (Dai ym. 2011, 676–677).

Tutkimuksessa pääteltiin, että ankanlihassa umamiin eivät vaikuttaneet pelkät 5'-nukleotidit tai yksittäiset aminohapot, vaan myös niiden väliset vuorovaikutukset. Tulosten mukaan alhaiset kuumennuslämpötilat ovat suositeltavia, jolloin mausta tulee kevyt ja hento, vähemmän umaminen ja makeampi. Tulosten mukaan 99

°C:n ryhmä tuotti hienomman maun, kun taas kuumemmat lämpötilat tuottivat enemmän umamiin yhteydessä olevia komponentteja. (Dai ym. 2011, 678).

Kahdessa edellä mainitussa tutkimuksessa on käytetty huomattavasti korkeampia lämpötiloja kuin tätä opinnäytetyötä koskevassa tutkimuksessa, joten umamiin vaikuttavien ainesosien eroista 60, 70 ja 80 °C:ssa ei voida niiden perusteella vetää johtopäätöksiä. Voidaan kuitenkin todeta, että molemmissa tutkimuksissa 5'-nukleotidien tai joidenkin 5'-nukleotidien määrä nousi kypsennyksen aikana.

Ishiwatari, Fukuoka, Hamada-Sato & Sakai (2013) tutkivat lämpötilan ja kypsennysajan vaikutusta IMP:n määrään naudanlihanäytteissä. Naudan ulkopaisti leikattiin 1 mm:n paksuisiksi siivuiksi, jotka vakumoitiin ja säilytettiin 5 °C:ssa ennen kokea. Näytteitä kypsennettiin vesihauteessa useissa eri lämpötiloissa 15, 30, 45 ja 60 minuuttia, jonka jälkeen ne laitettiin jääveteen jäähtymään 20 asteiseksi (Ishiwatari ym. 2013, 6). Näytteistä tehtiin hyvin ohuita todennäköisesti siksi, että näytteen jokainen kohta olisi saavuttanut vesihauteen lämpötilan samaan aikaan.

Tutkimuksen mukaan viimeaikaiset tutkimukset ovat keskittyneet IMP:n hajoamiseen vaikuttaviin tekijöihin, mutta eivät niinkään kuumentamisen aikana lihassa jäljelle jääneen IMP:n laskemiseen (Ishiwatari ym. 2013, 4). Lämpökäsittelyn, kuten kypsennyksen suhteen, IMP:n hajoaminen korreloi kypsennysasteen ja hajoamiseen vaikuttavan entsyymin aktiivisuuden kanssa (Ishiwatari ym. 2013, 3, Tomiokan, Yangin & Endon 1993 mukaan). Tutkimuksesta saattoi päätellä, että mitä aktiivisempi kyseinen entsyymi on, sitä enemmän IMP hajoaa ja sitä vähemmän se näytteessä maistuu.

Tutkimuksessa lihoja kypsennettiin 35, 40, 55, 60 ja 70 °C:ssa 60 minuuttiin asti. Tulosten mukaan jäljellä olevan IMP:n määrä laski kypsennysajan kuluessa kokeiden aikana. Jäljellä olevan IMP:n määrä oli kaikkein vähäisin 40 °C:n näytteessä. 40 °C:n näytteeseen verrattuna IMP:n määrä oli korkeampi yli 40 °C:n näytteissä, minkä pääteltiin johtuvan IMP:tä hajottavan entsyymin aktiivisuuden vähenemisestä yli 40 °C:ssa. (Ishiwatari ym. 2013, 12).

Korkein IMP:n määrä oli 70 °C:n näytteessä, jossa sen määrä pysyi lähes alkuperäisenä. Määrä muistutti 65 °C:ssa jäljelle jääneen IMP:n määrää. Kypsennysajasta riippumatta 65 ja 70 °C:ssa IMP:n määrä pysyi siis lähes samana lihojen alku-

peräiseen määrään nähden, sillä entsyymi inaktivoitui lähes välittömästi molemmissa lämpötiloissa. (Ishiwatari ym. 2013, 12). Myöhemmin tutkimuksessa mainitaan, että entsyymi inaktivoituu kokonaan 64,1 °C:ssa (Ishiwatari ym. 2013, 18–19).

Vaikka tutkimuksessa ei sanallisesti juuri vertailtu 60 ja 70 °C:n näytteiden IMP:n määrissä olevia eroja, voidaan tutkimuksessa esitetyn taulukon perusteella päätellä, että 60 °C:n näytteessä määrä oli kypsennyksen joka vaiheessa hieman pienempi (Ishiwatari ym. 2013, 33). Mitä pidempi kypsennysaika oli, sitä enemmän IMP:n määrä 60 °C:ssa laski, kun taas 70 °C:ssa se pysyi lähes alkuperäisenä. Päätelmä sopii siihen tietoon, että IMP:tä hajottava entsyymi inaktivoituu vasta 64,1 °C:ssa, jolloin IMP:n määrä ehtisi laskea 60 °C:ssa.

Vaikka edellisessä tutkimuksessa käytettiin naudanlihaa, käytettiin tutkimuksessa samaa kypsennysmenetelmää ja joitain samoja kypsennyslämpötiloja kuin tätä opinnäytetyötä koskevassa tutkimuksessa. Niinpä tutkimus on luotettavampi vertailukohde kuin sitä aikaisemmin mainitut tutkimukset. Tulosten perusteella 70 °C:n näytteen IMP-määrä pysyisi lähes alkuperäisenä sianlihanäytteessä. 60 ja 70 °C:n IMP-pitoisuudella ei ollut suurta eroa, joten IMP:n osalta niiden umamissa ei välttämättä havaittaisi maistamalla eroja. 70 °C:n IMP-pitoisuus oli kuitenkin hieman korkeampi, joten se saattaisi mahdollisesti maistua umamimmalta. Koska entsyymi inaktivoitui jo 64,1 °C:ssa, ei 70 ja 80 °C:n näytteiden umamissa todennäköisesti havaittaisi eroja. Todellisuudessa aistinvaraisesti havaittavaan täyteläisyyteen vaikuttavat kuitenkin muutkin tekijät kuin IMP, kuten aiemmin on tuotu ilmi.

Yhteenvetona voidaan todeta, että aikaisempia tutkimuksia sous vide -kypsennyslämpötilojen vaikutuksesta sianlihan täyteläisyyteen ja suolaisuuteen ei ole juuri tehty. Vaikka monien umami-ainesosien pitoisuuksia erilaisissa kuumentuissa lihanäytteissä on tutkittu, ei niiden perusteella voida tehdä varmoja johtopäätöksiä juuri tätä opinnäytetyötä varten. Myös alkuperäisiin lihanäytteiden umami-ainesosiin vaikuttavat useat eri tekijät, kuten eläimen ikä, sukupuoli, rotu ja laji (Ishiwatari ym. 2013, 11, Baileyyn 1983 mukaan).

2.4 Kypsennyslämpötilan vaikutus suolaisuuteen

Suola on ionisidosten koossa pitämä kiteinen yhdiste, joka veteen liuetessaan hajoaa kationeiksi ja anioneiksi (Fisher & Scott 1997, 21–22). Sekä kationit että anionit vaikuttavat suolaiseen makuun, ja niiden yhdistelmistä parhaimman suolaisuuden saa aikaan natriumkloridi (NaCl^-). Bellowsin ja Mooren (2013) mukaan natriumkloridista eli ruokasuolasta 40 % on natriumia ja 60 % kloridia, ja lähes kaikki ruoka-aineet sisältävät luonnostaan pieniä määriä natriumia. Sadassa grammassa raakaa sianlihaa (fileetä) on noin 50 milligrammaa natriumia (Self Nutrition Data 2013).

Vaikka lihaan lisätyn suolan vaikutusta useihin eri tekijöihin on tutkittu, ei kypsennyslämpötilojen vaikutuksesta lihan luonnolliseen suolaisuuteen juuri löytynyt tutkimuksia. Sasakin, Motoyaman ja Mitsumoton (2007, 170–171) mukaan glutamaatin, aminohappojen ja IMP:n määrä laskee lihassa kypsennyksen aikana, kun kyseiset aineet siirtyivät lihasta erottuvan liemen mukana lihaskudoksen ulkopuolelle. Voisi siis olettaa, että myös lihassa luonnostaan oleva suola siirtyisi osittain lihaskudoksen ulkopuolelle lihasta erottuvan nesteen mukana.

On todettu, että matalammassa lämpötilassa kypsentämällä lihoista tulee mehukkaampia ja korkeammassa lämpötilassa kuivempia, kun kyseessä ovat matalat sous vide -kypsennyslämpötilat (Christensen ym. 2012, 485). Korkeammassa lämpötilassa lihasta erottuu siis enemmän nestettä. Jos suola siirtyisi nesteen mukana lihaskudoksen ulkopuolelle, poistuisi sitä lihasta enemmän korkeammassa lämpötilassa matalaan verrattuna.

Vaudagna ym. (2008, 473) tutkivat lisätyn suolan vaikutusta sous vide -kypsennettyyn naudanlihaan, ja tulosten mukaan lihaskudokseen lisätty suola pysyi lähes kokonaan lihaskudoksessa kypsennyksen aikana, suolapitoisuudesta riippuen. Toisaalta, kun verrataan kypsän ja raa'an sianlihan luonnollista suolapitoisuutta, näyttäisi raa'an sianlihan suolapitoisuus olevan hieman suurempi kypsään verrattuna (kun annoskoko on molemmissa 100 grammaa) (Self Nutrition Data 2013).

2.5 Kypsennyslämpötilan vaikutus mehukkuuteen ja hapokkuuteen

Mehukkuus vaikuttaa olennaisesti lihan miellyttävyyteen ja hyväksyttävyyteen kuluttajien keskuudessa (Mortensen 2013, 29). Mehukkuus koostuu useista eri tekijöistä, siitä kertovat esimerkiksi pureskelussa irtoavan nesteen määrä, pureskelussa nesteiden irtoamiseen tarvittava voima ja suuhun syntyvän syljen määrä (Mortensen 2013, 28, Szczesniakin & Ilkerin 1988 mukaan).

Kolmen lihassa olevan proteiinin - aktiinin, myosiinin ja kollageenin - denaturoituminen (eli tietynlaisten rakenteiden tuhoutuminen esimerkiksi kypsennyksessä) laskee lihan mehukkuutta. Pelkkä kollageenin denaturoituminen puolestaan parantaa lihan tekstuuria ja vähentää pureskeluun tarvittavaa voimaa, eli lihasta tulee mureampi (englanniksi *tender*). (Mortensen 2013, 40, Martensin, Stabursvikin & Martensin 1982 mukaan).

Mortensenin (2013, 39–40) tutkielmassa Martensin ym. (1982) mukaan kollageenin denaturoituminen on siis haluttua, toisin kuin aktiinin ja myosiinin. Myosiini denaturoituu kuitenkin ennen kollageenia, joka denaturoituu 53–63 °C:ssa. Tämän vuoksi ei voida saavuttaa samaan aikaan sekä maksimaalista mehukkuutta että mureutta. Molemmat ominaisuudet huomioon ottaen optimaaliseksi lämpötilaksi ehdotetaan 50–63 °C (Mortensen 2013, 41). Myös kypsennysajalla on vaikutusta denaturoitumiseen (Mortensen 2013, 40, Martensin ym. 1982 mukaan). Mehukkuus saavutetaan parhaiten lyhyen kypsennysajan avulla, kun taas mureus pitkän kypsennysajan avulla (Mortensen 2013, 61). Edellisten tietojen perusteella 60 °C:n lihanäytteet olisivat 70 ja 80 °C:n lihanäytteitä mehukkaampia.

Christensen ym. (2011, 485) tutkivat eri kypsennyslämpötilojen ja -aikojen vaikutusta sian-, naudan- ja kananlihan aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Sianlihaa kypsennettiin 53 tai 58 asteisessa vesihauteessa neljää eri kypsennysaikaa käyttäen. Kypsennysajat olivat joko T, T + 6 h, T + 17 h tai T + 30 h, kun T kuvaa aikaa, joka näytteillä kului vesihauteen lämpötilan saavuttamiseen. Mitä korkeammassa lämpötilassa ja mitä kauemmin kaikkia näytteitä oli kypsennetty, sitä vähemmän mehukkaita (eli kuivempia) niistä tuli. Kypsennyshävikki puolestaan kasvoi sitä enemmän, mitä korkeammasta lämpötilasta oli kyse.

Tätä opinnäytetyötä koskevan tutkimuksen kannalta voidaan siis olettaa, että 80 °C:n lihanäytteet olisivat kuivimpia, 70 °C:n lihanäytteet seuraavaksi kuivimpia ja 60 °C:n näytteet mehukkaimpia. Kypsennyshävikki olisi puolestaan suurin 80 °C:n lihanäytteissä ja vähäisin 60 °C:n lihanäytteissä.

Myös hapokkuus oli yksi tutkittavista ominaisuuksista. Nimitystä ”hapokkuus” päätettiin käyttää näytteiden omalaatuisesta lihaisanhappamasta, hieman heramaisesta mausta. Koska makuun ei vaikuttanut pelkkä happamuus, ei sopivaa tietoa eri kypsennyslämpötilojen vaikutuksista kyseiseen makuun juuri löytynyt.

3 TÄYTELÄISYYDEN AISTIMISEN VAIKUTUS RAVITSEMUSLAADULLISIIN TEKIJÖIHIN

Tätä opinnäytetyötä voidaan tarkastella myös ravitsemuksellisesta näkökulmasta. Tutkittavina ominaisuuksina olivat porsaan ulkofileen täyteläisyys ja suolaisuus, joista molempien tiedetään vaikuttavan ruokien miellyttävyyteen. Täyteläisyyttä aikaansaavan glutamaatin lisääminen ruokiin lisää niiden hyväksyttävyyttä ja kulu- tusta (Prescott 2004, 143). Jinapin ja Hajebin (2010, 4) mukaan Gouldin, Mobinin, Prescottin ja Yeomansin (2008) tutkimuksessa glutamaatin lisääminen keittoon lisäsi sen miellyttävyyttä, jolloin sitä myös otettiin enemmän. Koska miellyttävyys lisää ruokien ottoa ja vaikuttaa niiden valintaan, on sillä merkitystä ihmisten ravit- semuksen kannalta.

Kuten aiemmin on tuotu ilmi, täyteläisyytenä koettavaa umamia voidaan vahvistaa natriumglutamaatin tai muiden arominvahventeiden avulla. Jinapin ja Hajebin (2010, 3) mukaan optimaalinen lisätyn glutamaatin pitoisuus on 0,1–0,8 % ruoan painosta. Joidenkin ruokien maku ei parane glutamaattia lisäämällä, mutta sen on mainittu sopivan esimerkiksi suolaisiin ja happamiin ruokiin.

Suolaisuutta on puolestaan perinteisesti lisätty käyttämällä ruokasuolaa. Elintarvi- keteollisuudessa suolaa käytetään muun muassa säilöntäaineena, epämiellyttävän maun peittämässä, palvauksessa, kosteuden säilyttäjänä ja maun korostamises- sa (Quilez & Salas- Salvado 2012, 668). Suolan lisäämiseen liittyy kuitenkin terve- ysriskejä. On tutkittu, että suolan käytön vähentäminen vaikuttaa verenpaineeseen myönteisesti, laskemalla sekä systolista että diastolista verenpainetta (Korhonen 2002, 77). Hen ja MacGregorin (2008, 363) mukaan korkea verenpaine voi lisätä halvausten, sepelvaltimotautien, vasemman kammion hypertrofian ja munuaissai- rausten riskiä. Tämän vuoksi on tärkeää löytää ratkaisuja siihen, että suolan vä- hentäminen ruoassa vähentää usein myös maittavuutta. Vuoden 2014 suomalai- sissa ravitsemussuosituksissa suolan saantisuositusta oli alennettu entisestään aiempiin suosituksiin verrattuna (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 10).

Ruokien aistinvaraisesti havaittavaan suolaisuuteen ja täyteläisyyteen voidaan kuitenkin vaikuttaa myös ruoanvalmistusmenetelmien ja niissä käytettyjen lämpötilojen kautta. Esimerkiksi luvussa 2.3 kerrotaan, kuinka kypsennys on vaikuttanut umami-ainesosiin eri tutkimusten lihanäytteissä, kun taas luvussa 2.4 keskitytään suolaisuuteen. Myös siis sous vide -menetelmällä on vaikutuksensa kyseisiin makuihin ja vaikutukset vaihtelevat käytettyjen kypsennyslämpötilojen mukaan.

Vaikka ruokien miellyttävyyteen vaikuttavat useat eri tekijät, kiinnostavaa kuitenkin on, että umamin on todettu kompensoivan suolan tuomaa hyvää makua. Yamaguchi & Takahashi (1984, 82–85) totesivat, että glutamaattia lisäämällä voidaan lisättävän natriumkloridin (eli ruokasuolan) määrää vähentää. Natriumin määrä voi laskea 30–40 % ilman että se vaikuttaa ruoan maittavuuteen, kun glutamaattia lisätään ruoan painoon nähden $0,6 \pm 0,8$ %, joka vastaa ruoan luonnollista glutamaattimäärää. Natriumpitoisuutta voidaan siis laskea korvaamalla osa suolasta glutamaatilla, sillä glutamaatti sisältää vähemmän natriumia.

Yamaguchin ja Takahashin (1984, 85) tutkimuksessa japanilainen arviointiraati arvioi kirkkaan keiton optimaaliseksi glutamaatti- ja suolapitoisuudeksi 0,38 % ja 0,81 %, mutta jos suolan määrää vähennettiin, oli glutamaatin määrää lisättävä saman miellyttävyyden säilyttämiseksi. Toisin sanoen umamia voimistamalla ei suolaa tarvitsisi lisätä miellyttävyyden vuoksi yhtä paljon, kun haluttu miellyttävyys olisi jo kasvanut. Tässä valossa on kiinnostavaa tietää, missä lämpötiloissa kypsennetyissä liha- ja lieminäytteissä täyteläisyys aistitaan voimakkaimpana. Jos tiedettäisiin kuinka luonnollinen umami saataisiin voimakkaimmin esille, ei suolaa välttämättä tarvitsisi käyttää miellyttävyyden lisäämiseen yhtä paljon.

Kun Bellislen (2008, 378) tutkimuksessa koehenkilöiden mieltymysten mukaista rasvan määrää ruoassa vähennettiin 30 %, laski ruoasta saatavan energian ja rasvan kokonaismäärä huomattavasti. Samalla myös ruokien miellyttävyys laski. Miellyttävyys saatiin kuitenkin palautettua, kun ruokiin lisättiin koehenkilöiden mieltymysten mukainen määrä glutamaattia. Samalla säilytettiin vähäinen energian ja rasvan osuus. Umamista voi siis olla hyötyä myös rasvan korvaamisessa.

Jinapin ja Hajebin (2010, 4–7) mukaan L-glutamaatilla on lukuisia vaikutuksia ruoansulatuskanavan toimintaan, se mahdollisesti esimerkiksi helpottaa elimistöä valmistautumaan ruoansulatukseen ja ravinteiden imeytymiseen. Glutamaatti on todettu useissa tutkimuksissa hyödylliseksi vanhusten ja heikossa ravitsemustilassa olevien potilaiden ravitsemuksen parantamisessa. Kyseisten tutkimusten todettiin kuitenkin olevan alustavia, ja aiheesta tarvitaan selkeyttäviä lisätutkimuksia.

Umamia on etenkin elintarviketeollisuudessa pyritty vahvistamaan arominvahventeilla, mutta monien kuluttajien tiedetään suhtautuvan niihin varauksella (Jinap & Hajeb 2010, 6). Voimakkaimman mahdollisen täyteläisyyden aikaansaaminen ilman arominvahventeita voisi olla myös askel kohti useiden kuluttajien suosimaa lisääaineettomuutta.

4 AISTINVARAINEN ARVIOINTI KUVAILEVALLA MENETELMÄLLÄ

Aistinvaraisen arvioinnin tavoitteena on saada tietoa tuotteiden aistittavista ominaisuuksista, joita voivat olla esimerkiksi ulkonäkö, haju, maku, rakenne ja lämpötila. Aistinvaraisen arvioinnin menetelmiä voidaan käyttää aistinvaraisessa tutkimuksessa, jossa arvioita tekee koulutettu raati, tai ruoan hyväksyttävyyystutkimuksessa, jossa arvioita tekevät kouluttamattomat kuluttajat. Yleensä laatuominaisuuksia arvioi vain koulutettu laboratorioraati, kun taas kuluttajat voivat arvioida elintarvikkeiden miellyttävyyttä ja kiinnostavuutta. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 15–76).

Tuorilan ja Appelbyen (2005, 21) mukaan aistinvaraisen arvioinnin tuloksia voidaan hyödyntää monissa eri yhteyksissä, kuten teollisuudessa, kaupan alalla ja valvonnassa. Tulosten kautta voidaan saada tärkeää tietoa muun muassa tuotekehityksen, laatuluokitusten laatimisen tai tuotteiden virheiden kannalta (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 15). Arviointimenetelmät ovat kehittyneet useiden tieteenalojen vuorovaikutuksessa, ja arvioinneissa voidaan hyödyntää jokaista aistia (Saarela, Hyvönen, Määttä & Von Wright 2010, 368–370).

Ruoan ulkonäköä ja rakennetta arvioitaessa hyödynnetään näköastia, ja aromia tai hajua arvioitaessa hyödynnetään hajuaistia. Flavori eli maitto kuvaa yhteisvaikutelmaa, joka koostuu suussa muodostuvista kemiallisista aistimuksista. Arkikielessä sanalla ”maku” viitataan usein juuri flavoriin. Maku on aistimus, joka syntyy kielen makusilmujen makureseptorisolujen välityksellä. Maun lisäksi flavoriin kuuluvat kemotunto, joka koetaan esimerkiksi polttona, kirvelynä tai viileytenä, sekä retronasaali haju, joka mielletään usein mauksi. Retronasaali haju syntyy, kun hajuyhdisteet kulkevat suusta nenänielun kautta hajuepiteelille. Myös tunto- ja kuuloaistia voidaan hyödyntää aistinvaraisessa arvioinnissa, mm. rakennetta arvioitaessa. Tuntoaistia tarvitaan myös lämpötilan analysointiin. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 11–38).

Tuorilan, Parkkisen ja Tolosen (2008, 38) mukaan perusmauiksi luokitellaan makea, suolainen, hapan, karvas ja umami. Kyseisiä makuja tuottavat useat eri yhdisteet. Makea maku tulee selvästi esiin esimerkiksi sokerissa (sakkaroosissa), kun taas ruokasuola (natriumkloridi) maistuu suolaiselta. Monissa hedelmissä ja marjoissa esiintyvä sitruunahappo maistuu happamalta. Kofeiini, jota on esimerkiksi kahvissa, maistuu karvaalle. Umamin makua aiheuttavat mm. glutamaatit ja ribonukleotidit, ja sen makua kuvataan lihaisaksi tai ruokaisaksi (Tuorila ym. 2008, 38–42).

Mittausmenetelmät, joita aistinvaraisissa arvioinneissa käytetään, voidaan jakaa kahteen ryhmään: analyttisiin laboratoriomittauksiin ja mieltymysmittauksiin. Mieltymysmittaukset kuuluvat kuluttajatutkimuksiin. Laboratoriomenetelmät voidaan jakaa erotteleviin testeihin, kuvaileviin menetelmiin sekä voimakkuuden keston mittaamiseen. (Tuorila & Appelbye 2005, 55–56). Erotteleviin testeihin kuuluvat erotustestit sekä erojen varmuuden ja suuruuden määrittäminen. Kuvaileviin menetelmiin kuuluvat yleinen kuvaileva menetelmä, poikkeama vertailunäytteestä -menetelmä sekä vapaavalintainen profiili (Tuorila & Appelbye 2005, 7–8).

Kuvailevista menetelmistä on olemassa useita eri muunnoksia, ja niitä voidaan hyödyntää useissa eri tarkoituksissa (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 85). Kuvailevat menetelmät esitellään seuraavassa alaotsikossa. Kuvailevien menetelmien avulla voidaan saada tietoa tuotteiden laadusta ja aistinvaraisista ominaisuuksista, vertailla eri tuotteiden ominaisuuksia toisiinsa tai selvittää esimerkiksi valmistukseen liittyvien muutosten vaikutusta tuotteiden ominaisuuksiin. (Tuorila & Appelbye 2005, 93).

Ennen arviointia on olennaista määritellä sanasto, jota kuvailussa käytetään. Sanasto rajataan sopivaksi arvioitavien tuotteiden ominaisuuksien ja niitä kuvaavien sanojen pohjalta. Tätä varten voidaan järjestää useita arviointitilaisuuksia, joissa raatilaiset käyvät yhteistä keskustelua kuvailuun sopivista sanoista. Kun raatilaiset ovat yksimielisiä käytettävien sanojen sopivuudesta ja niiden merkityksistä, määritellään arvioitaville ominaisuuksille niiden voimakkuutta kuvaavat asteikot. Lisäksi sanat luokitellaan sen mukaan, kuvaavatko ne haju-, maku-, ulkonäkö- vai rakeneominaisuuksia. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 76–83).

4.1 Kuvailevat arviointimenetelmät

4.1.1 Yleinen kuvaileva menetelmä

Yleisessä kuvailevassa menetelmässä pyritään löytämään kuvailevia sanoja ja arvioimaan näytteiden ominaisuuksien voimakkuuksia. Aluksi raati pyrkii löytämään mahdollisimman monta erilaista sanaa, jotka kuvaavat näytteitä. Huomiota kiinnitetään erikseen sekä ulkonäköön, hajuun, makuun että rakenteeseen. Keksiytyt sanat kirjataan ylös, jonka jälkeen ne kootaan kaikkien raatilaisten nähtäville keskustelua varten. Tavoitteena on valita ja nimetä tuotteen tärkeimmät ominaisuudet löydettyjen sanojen avulla. Lisäksi valitaan ominaisuuksien voimakkuuksia kuvaavat sanat ja varmistetaan valittujen sanojen merkitys. Sanaston luomisessa apuna voidaan käyttää valmiita sanastoja, kuten flavoripyöriä. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 86).

Kuvailevien sanojen tarkoitus on erotella näytteitä, joten näytteissä tulisi havaita eroja jokaisen valitun sanan suhteen. Termien tulee olla myös objektiivisia, joten ne eivät saa kertoa esimerkiksi tuotteen miellyttävyydestä. Jokaisen sanan tulisi olla tarpeellinen ja kuvata vain yhtä ominaisuuden ulottuvuutta. (Tuorila & Appelbye (2005, 96–97).

Kun käytettävä sanasto on muotoiltu sopivaksi, keskitytään ominaisuuksien tunnistamisen harjoitteluun sekä arviointitekniikan kehittämiseen. Harjoittelussa hyödynnetään esimerkkinä näytteitä, ja myös arviointilomakkeen käyttöä harjoitellaan. Ominaisuuksien voimakkuuksien ääripäiden tulisi olla raadille tuttuja, jotta arviointiasteikkoa kyettäisiin käyttämään koko laajuudessaan. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 86).

Aistinvarainen arviointi järjestetään vähintään kaksi kertaa, ja näytteitä annetaan kerralla arvioitavaksi 3–6 kappaletta. Arvioijat työskentelevät itsenäisesti ja arvioivat yhden ominaisuuden kerrallaan (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 86).

Tuorilan ja Appelbyen (2005, 98) mukaan voimakkuuksia arvioitaessa voidaan hyödyntää jana-asteikkoja, numeerisia ja sanallisia asteikkoja sekä näiden yhdistelmiä. Jana-asteikkojen molempiin päihin merkitään tiettyjä ominaisuuksia kuvaavat sanat (Tuorilan, Parkkisen ja Tolosen 2008, 88). Arvio voimakkuudesta merkitään janalle poikkiviivalla, jonka etäisyys mitataan myöhemmin janan alkupisteestä. Saaduista numeerisista arvoista lasketaan keskiarvo, joka muodostaa tuloksen.

Numeerisia asteikkoja hyödynnettäessä voimakkuuksille annetaan tietyt piste-arvot: jana voi esimerkiksi kuvata väliä 1–9, jossa janan toinen pää on merkitty arvolla 1 ja toinen pää arvolla 9, ja jossa 1= heikko ominaisuus ja 9= voimakas ominaisuus. Arvio voimakkuudesta merkitään janalle poikkiviivalla, jonka etäisyys mitataan myöhemmin janan alkupisteestä. Saaduista numeerisista arvoista lasketaan keskiarvo, joka muodostaa tuloksen. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 88–89).

Jana-asteikon pituus on yleensä 10 tai 15 cm, ja sen tulisi olla vähintään 5-portainen. Asteikot voivat olla joko yksi- tai kaksinapaisia. Yksinapaisessa asteikossa ominaisuuden voimakkuus kasvaa vasemmalta oikealla (esim. ”ei sitkeä” ... ”sitkeä”), kun taas kaksinapaisen asteikon päihin merkitään toistensa vastakohdat (esim. ”sitkeä” ... ”murea”). Asteikkojen voimakkuusasteiden tulee kasvaa loogisesti ja yksiselitteisesti. (Saarela, Hyvönen, Määttä & Von Wright 2010, 371–373).

4.1.2 Poikkeama vertailunäytteestä – kuvaileva menetelmä

Poikkeama vertailunäytteestä -menetelmässä arvioitavia näytteitä verrataan tavoiteltavaa laatua olevaan vertailunäytteeseen. Vertailtavat ominaisuudet määritellään ennen arviointia, ja vertailussa jokaista ominaisuutta verrataan vertailunäytteen kyseisiin ominaisuuksiin. Menetelmä sopii esimerkiksi varastoinnin vaikutuksen tai tuotemuunnosten ominaisuuksien arvioimiseen. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 91).

Vertailussa voidaan käyttää jana-asteikkoa, joka voi olla myös numeerinen. Vertailunäytettä kuvaava arvo merkitään jana-asteikon keskikohtaan, jolloin poikkeamat vertailunäytteestä merkitään janan keskikohdan vasemmalle tai oikealle puolelle. Arvioinnin luotettavuuden tutkimista varten vertailunäyte annetaan muiden näytteiden joukossa arvioitavaksi, eikä sitä paljasteta vertailunäytteeksi. Luotettavuudesta kertoo tällöin se, kuinka vertailunäytteelle annetut arvot poikkeavat jana-asteikon keskikohdasta. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 92).

Koska huomio kohdistuu näytteiden ja vertailunäytteen välisiin eroihin, ei tietoa saada tutkittavien näytteiden välisistä eroista. Saadut tulokset kertovat siis ominaisuuksien voimakkuuksien eroista vain suhteessa vertailunäytteeseen. Ominaisuuksien voimakkuus lasketaan vertailunäytteen ja siihen verrattavan näytteen välisen poikkeaman kautta. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 92).

Vapaavalintainen profiili on yksi kuvailevista menetelmistä, jonka tarkoitus on kertoa kuluttajien havaitsemista aistinvaraisista ominaisuuksista. Se kehitettiin markkinoinnin ja tuotekehityksen tarpeisiin, ja siinä jokainen kuluttajaraadin jäsen keksii itsenäisesti tuotetta kuvaavia sanoja ja arvioi sen jälkeen ominaisuuksien voimakkuudet. Arvioijia ei kouluteta, sillä heidän oletetaan havaitsevan ominaisuuksia samalla tavalla, jolloin ainoastaan niiden kuvailussa on eroa. Arvioinnin tuloksena syntyneet samankaltaiset kuvailevat sanat luokitellaan yhteen, minkä jälkeen niiden pohjalta tehdään johtopäätöksiä. (Tuorila & Appelbye 2005, 103–104).

4.2 Raadin valinta ja koulutus

Raati eli arvioijien ryhmä voi olla joko kuluttajaraati, asiantuntijaraati tai laboratorio-raati. Raadin valintaan vaikuttaa se, mitataanko arvioinnissa tuotteiden hyväksytävyyttä tai miellyttävyyttä vai keskitytäänkö arvioinnissa aistinvaraisten ominaisuuksien mittaamiseen. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 106). Kuluttajaraati soveltuu mieltymysmittausten tekemiseen, eikä sitä ole harjaannutettu arviointiin (Tuorila & Appelbye 2005, 157).

Asiantuntijaraati on harjaantunut tietyn tuotteen tai tuoteryhmän arviointiin, eli raatilaiset ovat ammattilaisia arvioitavan kohteen suhteen (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 109). Asiantuntijaraati on perehtynyt arvioitavan tuotteen valmistukseen ja raaka-aineisiin (Tuorila & Appelbye 2005, 157). Raatiin kuuluu usein 3–5 henkilöä. Asiantuntijoiden koulutuksessa keskitytään tuotteiden tavoitelaatuun, ominaisuuksiin, yleisimpiin virheisiin ja käytettäviin menetelmiin. Asiantuntijoiden antamien tulosten tulisi olla toistettavia, ja heillä tulisi olla yhdenmukainen käsitys laatu-kriteereistä ja laatusanojen merkityksistä. Aistinvaraisten arviointimenetelmien ei kuitenkaan tarvitse olla laaja-alaisesti tunnettuja raadin jäsenten keskuudessa (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 109).

Laboratorioraati on arviointiin harjaannutettu ja koulutettu, tietyin perustein valittu ryhmä, joka arvioi tuotteiden aistinvaraista laatua objektiivisesti. (Tuorila & Appelbye 2005, 157). Laboratorioraati on perehtynyt erotustestien ja kuvailevien menetelmien käyttöön, ja se koostuu yleensä vähintään kymmenestä jäsenestä. Raadin jäseniltä edellytetään useita asioita, kuten aistien normaalia toimintaa, objektiivisuutta, erottelukykä, täsmällisyyttä ja pitkäjänteisyyttä. Raati voi arvioida ulkonäköä, hajua, makua ja rakennetta. Raati on perehtynyt arviointimenetelmiin ja -käytäntöihin, mikä on edellyttänyt koulutusta, sen seuranta sekä toistuvaa harjoittelua. Laboratorioraati ei tee miellyttävyyssarvioita, joten sen jäsenten on erotettava ne objektiivisista arvioista. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 108–109).

Raadin kokoaminen aloitetaan mahdollisten osallistujien kartoittamisella ja heihin kohdistuvilla yhteydenotoilla. Osallistujia voidaan kerätä myös yhteisön ulkopuolelta. Ilmoittautuneiden joukosta karsitaan henkilöt, jotka eivät jostain syystä sovellu raatiin. Osallistujia tulisi haastatella, ja heidän kanssaan tulisi keskustella tulevista tehtävistä ja niiden suorittamisen edellytyksistä. Osallistujien aistien toimintaa testataan siihen soveltuvilla testeillä, ja heidän tulisi ylittää kyseisten testien tietyt raja-arvot tullakseen valituksi raatiin. (Tuorila & Appelbye 2005, 159–166).

Kun raati on koottu, voidaan keskittyä sen kouluttamiseen. Kouluttamisen keskeisinä tavoitteina on tutustuttaa raatilaiset arviointimenetelmiin, parantaa heidän kykyään tunnistaa aistittavia ominaisuuksia sekä lisätä arviointien yksityiskohtaisuutta raatilaisten herkkyyttä ja muistia parantamalla. (Tuorila & Appelbye 2005, 166).

Tavoitteena on myös edistää arvioinnin tulosten yhdenmukaisuutta ja toistettavuutta, ja koulutuksen kautta voidaan vähentää arviointivirheitä ja muita tuloksia vääristäviä tekijöitä. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 110). Koulutuksessa tutustutaan arviointiasteikoihin, kuvailussa käytettäviin sanoihin ja tarvittaessa arvioitaviin tuotteisiin tai tuoteluokkiin (Tuorila & Appelbye 2005, 167).

Koska arvioijat ovat ihmisiä, tulee heitä kohdella hyvien käytäntöjen mukaisesti. Raatilaisille tulisi mahdollisuuksien mukaan kertoa arvioinnin tavoitteesta, kunhan se ei vaikuta arvioinnin luotettavuuteen. Lisäksi suorituksista olisi hyvä antaa palautetta, ja arviointituloksia tulisi käsitellä yksityisyyden vuoksi nimettöminä. Kehtään ei saa painostaa arviointiin eivätkä arvioitavat näytteet saa olla terveyden kannalta haitallisia. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 108).

Arvioijien psyykkinen ja fyysinen tila sekä tausta ja kokemukset vaikuttavat tuloksiin. Laboratorioraatia ohjeistetaan välttämään voimakkaita hajua- ja makuärsykeitä vähintään 30 minuuttia ennen arviointia, samoin tulisi välttää huulipunaa ja voimakkaiden hajusteiden käyttöä. Häiritsevät tekijät tulee mahdollisuuksien mukaan eliminoida eikä arvioijia saa johdatella antamaan tietynlaisia arviointituloksia. Mitä kuormittavampi arviointitilanne arvioijille on, sitä epäluotettavampia tuloksia saadaan. Arvioijille tulee laatia selkeät ohjeet, joiden ymmärtäminen ei tuota vaikeuksia ja joita noudatetaan tarkasti. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 111).

Tuorilan ja Appelbyen (2005, 168) mukaan raadin toimintaa tulisi seurata jatkuvasti, jotta tulokset pysyisivät luotettavina ja epäkohtiin voitaisiin puuttua välittömästi. Arvioinnin luotettavuutta voidaan seurata esimerkiksi kätkemällä sarjan joukkoon vertailunäyte, toistamalla sama näytesarja, esittämällä sama näyte kaksi kertaa samassa sarjassa tai vertaamalla kunkin arvioijan tuloksia kaikkien vastausten keskiarvoon. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 111). Tarvittaessa raatilaisille voidaan järjestää lisäkoulutusta (Tuorila & Appelbye 2005, 170).

Motivaatiota voidaan ylläpitää muun muassa osoittamalla arvostusta raatilaisten toimintaa kohtaan ja tukemalla heidän toimintaansa. Raatilaisia voidaan palkita osallistumisesta, ja saadut tulokset tulisi välittää heidän tietoonsa. Suoriutumisesta tulisi antaa palautetta sopivin väliajoin (Tuorila & Appelbye 2005, 174).

4.3 Arvioinnin toteutus käytännössä

Aistinvarainen arviointi tulee järjestää siihen soveltuvassa tilassa. Ympäristöstä tulee eliminoida arviointia häiritsevät tekijät, ja riittävästä valaistuksesta, tuuleutuksesta sekä meluttomuudesta tulee huolehtia. Arviointitilan tulee olla neutraali ja rauhallinen. Työrauhan takaavat parhaiten arviointikopit, mutta myös pöytiin erikseen kiinnitettäviä väliseiniä voidaan käyttää. Jos väliseiniä ei ole, tulisi arvioijien olla riittävän kaukana toisistaan. Arviointikopeissa on yleensä valmiina ainakin paperipyyhkeitä, sylkyastia ja kynä. Ennen arviointia arvioijille esitellään arvioinnissa käytettävät lomakkeet, niiden täyttämiseen liittyvät asiat ja toimintaohjeet. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 113–114).

Näytteiden valmistamisessa noudatetaan tarkkaa kaavaa ja ennalta määriteltäviä kokoja, lämpötiloja ja määriä. Näytteet pyritään valmistamaan ja tarjoilemaan mahdollisimman samalla tavalla ja samanlaisina jokaiselle arvioijalle. Näytteitä voidaan hienontaa tai tarjota värillisistä tai kannellisista astioista ulkonäköerojen vähentämiseksi. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 114).

Joidenkin näytteiden tarjoilemisessa saatetaan käyttää seuralaiselintarvikkeita eli kyytipoikia, mikäli arvioitavaa näytettä ei voi tai ei ole tapana syödä sellaisenaan. Esimerkiksi kastikkeiden ja levitteiden arviointia varten levitteet voidaan levittää leivälle ja kastikkeet tarjota salaatin kanssa. Erot saadaan kuitenkin tehokkaammin esiin kun näytteet tarjoillaan sellaisenaan ilman kyytipoikia. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 114).

Näytteitä ei tulisi tarjota yhdellä arviointikerralla liikaa, jotta arviointikyky ei heikentyisi aistien väsymisen ja mielenkiinnon laskemisen vuoksi. Näytteiden määrän suhteen huomioon tulisi ottaa arvioijien kokeneisuus, arvioinnin tarkoitus ja näytteiden laatu. Haistettavia näytteitä voi olla enemmän kuin maistettavia, mietoja enemmän kuin voimakkaita ja nestemäisiä enemmän kuin kiinteitä. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 114–115).

Näytteiden maistamisen välissä suu voidaan huuhdella huoneenlämpöisellä vedellä, tai rasvaisia näytteitä arvioitaessa lämpimällä vedellä. Suun neutralointiin voi-

daan käyttää myös esimerkiksi vaaleaa leipää. Näytteet tarjotaan huoneenlämpöisinä, mikäli se sopii niille. Jos arvioitavat tuotteet nautitaan tavallisesti kuumina, voidaan näytteetkin tarjota kuumina ominaisuuksien vääristymisen ehkäisemiseksi. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 115–116).

Näytteen määrä riippuu käytettävästä arviointimenetelmästä ja arvioinnin luonteesta. Esimerkiksi erotustestissä jokaista näytettä maistetaan vain kerran, minkä vuoksi 30 millilitraa tai 10-30 grammaa on yleensä riittävä määrä näytettä. Jos yhdestä näytteestä arvioidaan useita ominaisuuksia esimerkiksi kuvailevassa analyysissä, tulee myös näytteiden koon olla suurempi. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 114).

Näytteiden esittämistapaan vaikuttaa se, mihin asioihin arvioinnissa keskitytään. Ulkonäköä arvioitaessa on tärkeää huolehtia siitä, että valaistus on samanlainen jokaisella arvioijalla ja arviointikerralla. Hajuun keskityttäessä näytteiden astiat suljetaan yleensä kannella hajun haihtumisen estämiseksi. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 115).

Yleensä näytteet annetaan arvioitavaksi rinnakkain, niin että koko näytesarja on kerralla arvioijan edessä. Näytteet voidaan esittää myös peräkkäin, jolloin ne annetaan yksitellen arvioitavaksi. Jos näytteistä arvioidaan ulkonäköeroja, ei niitä tulisi esittää peräkkäin. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 115).

Näytteiden arviointijärjestys voi vaikuttaa olennaisesti arviointiin. Jos esimerkiksi hyvä ja huono näyte arvioidaan peräkkäin, niiden erot korostuvat. Lisäksi mielikuva edellisestä näytteestä on usein haalistunut, joten jälkimmäinen näyte arvioidaan voimakkaammaksi. Arvioija saattaa myös tehdä vääriä oletuksia aiempien havaintojensa perusteella. Virheiden vähentämiseksi näytteet satunnaistetaan siten, että jokainen arvioija saa näytteet eri järjestyksessä. Näytteet satunnaistetaan joko satunnaislukutaulukon avulla tai arpomalla. Jos näytteille annetaan satunnaisluvut, niiden olisi suotavaa olla kolminumeroisia. Luvut eivät saa olla johdattelevia tai suuruusjärjestyksessä. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 116).

Arvioinneista saadut tulokset analysoidaan ja raportoidaan. Johtopäätösten luotettavuus voidaan varmistaa tulosaineistojen tilastollisen tarkastelun avulla. Tulosten esittämisessä voidaan hyödyntää kuvia. Saatuja tuloksia verrataan usein alkuoletukseen, ja niiden pohjalta päätetään mahdollisista jatkotoimenpiteistä, mikäli sellaisiin on tarvetta. (Saarela, Hyvönen, Määttä & Von Wright 2010, 373).

Vapaamuotoisiksi arvioinneiksi kutsutaan niitä arviointitilanteita, joissa ei voida olosuhteiden vuoksi noudattaa yleisesti hyväksyttyjä arvioinnin menettelyjä. Olosuhteita voidaan usein kuitenkin kohentaa siten, että arviointi helpottuu. Arviointitilanne voidaan rauhoittaa esimerkiksi poistamalla ylimääräiset ärsykkeet ympäristöstä ja antamalla osallistujille riittävästi aikaa. Vapaamuotoisissa arvioinneissa havainnot voidaan kirjata omin sanoin paperille. Näytteet koodataan, ja jos itse näistä arviointia seuraa yhteinen keskustelu, ei niitä tarvitse esittää eri järjestyksessä jokaisen arvioijan kohdalla. Arvioinnin vastuhenkilö huolehtii vastausten dokumentoinnista. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 117–118).

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Tutkimus on osa ”Uudet elintarvikeprosessit - näkökulmina laatu ja kestävä tuotantotalous” -tutkimusprojektia. Projektin suunnitelman mukainen tiivistelmä on määritelty seuraavasti:

Hankkeen päämääränä on maukas, terveellinen, turvallinen ja ympäristöystävällinen ruoka uusilla tekniikoilla tuotettuna. Tutkimushankkeessa vertaillaan erilaisten käsittely- / kypsennysmenetelmien vaikutusta elintarvikkeiden aistittavaan, hygieeniseen ja ravitsemukselliseen laatuun. Lisäksi vertaillaan niiden energiatehokkuutta ja muita tuotantopanoksia (esim. raaka-aineiden käyttö, kone- ja laitevaatimukset, tilojen ja henkilöstön tarve). Tavoitteena on tuottaa tietoa erityisesti sous vide -menetelmästä. (Projektisuunnitelma 2011).

Projektin toteutukseen osallistuivat Seinäjoen ammattikorkeakoulu ja Turun sekä Helsingin yliopistot rinnakkaishankkeineen Epanet-verkoston kautta. Turun yliopiston rinnakkaishanketta johti professori Anu Hopia (Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskus) ja Helsingin yliopiston rinnakkaishanketta johti tutkimusjohtaja Ulrike Lyhs (Ruralia-instituutti). Rahoittajina toimivat Tekes Euroopan aluekehitysrahaston varoin, osallistujayritykset ja Etelä-Pohjanmaan korkeakoulusäätiö. Kokonaisuudessaan projekti sijoittui aikavälille 1.3.2011 - 30.6.2014.

Osana hanketta myös tässä opinnäytetyössä tuotetaan tietoa sous vide -kypsennysmenetelmästä. Tutkimuksen käytännön toteutusta johti projektipäällikkö Seija Pihlajaviita (Seinäjoen ammattikorkeakoulu). Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka 60, 70 ja 80 °C:n kypsennyslämpötilat vaikuttavat porsaan ulkofielen täyteläisyyteen ja suolaisuuteen. Myös hapokkuus ja mehukkuus olivat tutkimuskohteina. Ominaisuudet arvioitiin sekä liha- että lieminäytteistä.

Tutkimus on kvantitatiivinen ja hypoteesina oli, että eri kypsennyslämpötilat vaikuttavat eri tavoin aistinvaraisesti havaittaviin ominaisuuksiin. Täyteläisyyteen ja suolaisuuteen vaikuttavat useat tekijät eikä aikaisemmista tutkimuksista ole saatu yh-

denmukaisia tai verrattavissa olevia tuloksia yksityiskohtaisempaa hypoteesia varten.

Tiedetään, että umamilla voidaan korvata suolan tuomaa hyvää makua, mikä tuo ravitsemuksellisen näkökulman tutkimuksesta saataviin hyötyihin. Muiden sous vide -menetelmää koskevien tutkimusten lisäksi tuloksia voidaan mahdollisesti hyödyntää elintarviketeollisuudessa ja ravintoloissa, joissa menetelmää erityisesti käytetään.

5.2 Menetelmien valinta

Lopulliseen koeasetelmaan päädyttiin useiden esitestausten ja vapaamuotoisten arviointien kautta. Alusta alkaen umami oli tärkeänä arviointikohteena, mutta muut tutkittavat ominaisuudet, käytettävät menetelmät ja matriisit vaihtelivat ennen lopullisen koeasetelman muodostumista.

Ensimmäisten esitestausten aikana matriiseina olivat sekä sian- että naudanliha, ja suunnitelmassa oli tutkia myös suolan lisäyksen vaikutusta eri ominaisuuksiin. Koeasetelman yksinkertaistamisen vuoksi päätettiin lopulta keskittyä vain maustamattomaan sianlihaan, eli lopullisiin näytteisiin ei lisätty lainkaan suolaa. Kypsennysmenetelmäksi valikoitui sous vide -menetelmä, vaikka alussa harkittiin myös uuni- ja sous vide -kypsennyksen vaikutusten vertailua. Tutkittavia ominaisuuksia pohdittiin pitkään ja lopulliset päätökset niistä syntyivät raadin koulutuksessa.

Kypsennyslämpötiloja valittiin kolme: 60 °C, 70 °C ja 80 °C. Korkeammilla lämpötiloilla pyrittiin viittaamaan teollisuudessa käytettäviin lämpötiloihin, kun taas matalin lämpötila viittaa enemmän ravintoloissa käytettäviin lämpötiloihin. Kaikki näytteet päätettiin pastöroida, joten 60 °C oli matalin valittu lämpötila: Vaudagnan ym. (2008) mukaan 60 °C on matalin pastörintiin suositeltu lämpötila, sillä se inaktivoi *Listeria monocytogenes* -bakteerit. 60 asteisen sianlihan pastörintiajaksi suositellaan 12 minuuttia, kun taas 70 ja 80 °C:ssa pastöroituminen tapahtuu välittömästi (Jarva 2012, 63, FDA:n 2009, 3-401.11.B.2 mukaan).

Useiden porsaanfileitä koskevien reseptien perusteella pihvien paksuudeksi päätettiin 2 cm. Tasalaatuisuuden vuoksi ulkofileistä poistettiin näkyvä rasvakudos ennen leikkaamista ja pihvit tarjottiin kokonaisina. Pihvit päätettiin jättää ruskistamatta, jotta siitä aiheutuva maku ei häiritsisi arvioitaviin makuihin keskittymistä, ja koska näytteet oli vaikea ruskistaa täysin samalla tavalla ja tasaisesti.

Yhtä arviointikertaa varten käytettiin aina yksi porsaan ulkofileepala, josta kaikkien arvioijien näytteet leikattiin. Lihan lisäksi päätettiin tutkia lientä, joka irtosi lihasta kypsennyksen aikana. Sitä kautta saatiin tietoa makuainesosien siirtymisestä liemeen kypsennyksen aikana. Yksittäisen arvioijan lieminäytteet olivat erottuneet niistä lihanäytteistä, joita kyseinen henkilö arvioi.

Aistinvaraiseksi arviointimenetelmäksi valittiin kuvaileva menetelmä, sillä arviointimenetelmän tuli olla laboratorioraadille soveltuva. Raatilaisilta vaadittiin kykyä objektiiviseen arviointiin, joten arviointia eivät voineet toteuttaa kuluttajat. Raadin koulutus oli tärkeä osa yleisiä laboratorioraattia koskevia käytänteitä. Arvioinnissa käytettyjen vertailunäytteiden valinnasta kerrotaan tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

Aistinvaraisen arvioinnin lisäksi näytteistä määritettiin umamin muodostumiseen vaikuttavat aminohapot ja nukleotidit kemiallisesti HPLC-menetelmällä (high pressure liquid chromatography). Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin vain aistinvaraisen arvioinnin tuloksiin. Kemialliset määritysten kautta selvitettiin tutkittavien makujen syynä olevien ainesosien todelliset pitoisuudet näytteissä, ja määritykset toteutti professori Anu Hopian tutkimusryhmä. Lisäksi haluttiin saada selville, kuinka paljon kypsennysajalla oli merkitystä makujen muodostumiseen, sillä kypsennysaika vaihteli jonkin verran aistinvaraista arviointia varten valmistettujen näytteiden kesken. Kypsennysaikojen eroihin vaikutti erityisesti se, että 60 °C:n näytteitä kypsennettiin 12 minuuttia kauemmin muihin näytteisiin verrattuna (pastöroinnin vuoksi). Kemiallisten näytteiden valmistuksesta kerrotaan kappaleessa 5.6.

5.3 Raadin valinta ja koulutus

Tuorilan, Parkkisen & Tolosen (2008, 108) mukaan laboratorioraati koostuu yleensä vähintään kymmenestä jäsenestä. Tämän tutkimuksen raatiin koottiin 11 jäsentä, joista suurimmalla osalla oli jo jonkin verran kokemusta aistinvaraisesta arvioinnista. Kaikki raatilaiset olivat tutuista työympäristöistä, suurin osa samasta rakennuksesta, jossa näytteiden valmistus ja arviointi toteutettiin.

Raadin kokoaminen aloitettiin sopivien jäsenten kartoituksella ja osallistumispyyntöjen lähetyksellä. Kartoituksessa huomioitiin raatilaisten soveltuvuus laboratorioraadin jäseniksi sekä heille aiheutuvien matkojen pituus. Koulutus- ja arviointipäivistä sovittiin yhdessä raatilaisten kanssa.

Koska arviointiraadin tulee olla perehtynyt arviointimenetelmiin ja -käytäntöihin (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 109), raati koulutettiin ennen arviointia. Koulutus koostui kolmesta osasta, ja lisäksi raatilaisille järjestettiin haju- ja makutesti aistien normaalin toiminnan varmistamiseksi.

Koulutuksen ensimmäisessä osassa kouluttajana toimi makututkija dosentti Mari Sandell (Turun yliopisto, Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskus). Raatilaiset tutustutettiin perusmakuihin makuliuosten avulla. Makuliuoksissa puhdistettuun veteen oli sekoitettu joko sakkaroosia (makea), natriumkloridia (suolainen), sitruunahappoa (hapan), kofeiinia (karvas) tai natriumglutamaattia (umami). Lisäksi tutustuttiin edellä mainittujen makuliuosten erilaisiin sekoituksiin. Umamiin tutustumisessa käytettiin apuna myös kombu-levästä tehtyä lientä, fermentoitua kalakastiketta ja laimentamatonta lihalientä. Koulutuksen tavoitteena oli parantaa raatilaisten kykyä tunnistaa eri makujen ominaisuuksia ja erottaa maut toisistaan. Lisäksi käsiteltiin maistamiseen ja objektiiviseen arviointiin liittyviä käytänteitä.

Koulutuksen toista ja kolmatta osaa varten valmistettiin samanlaisia liha- ja liemenäytteitä, joita valmistettiin lopullisia arviointeja varten. Tavoitteena oli tutustua näytteiden makuominaisuuksiin ja verrata niitä vertailunäytteisiin. Arvioitavista ominaisuuksista ja vertailunäytteistä keskusteltiin vapaamuotoisesti raatilaisten kanssa. Lisäksi harjoiteltiin arviointilomakkeen täyttämistä. Koulutuksen kolmannessa osassa tehtiin viimeiset arviointiin ja näytteisiin liittyvät päätökset. Kaikissa

koulutuksissa oli mahdollisuus esittää kysymyksiä ja mielipiteitä. Toisessa ja kolmannessa osassa kouluttajana toimi Seija Pihlajaviita (Helsingin yliopisto).

Koska näytteistä nousi selvästi esiin omanlaisensa hapokas maku, päätettiin se ottaa yhdeksi arvioitavaksi ominaisuudeksi. Vaikka maku muistutti hieman happamuutta, ei kyseinen termi kuitenkaan osoittautunut sopivaksi. Niinpä ominaisuus nimettiin hapokkuudeksi. Näytteiden välillä oli huomattavia eroja mehukkuudessa, joten myös mehukkuus valittiin arvioitavaksi ominaisuudeksi. Umami ja suolaisuus olivat jo alun perin tutkimuskohteina.

Vertailunäytteinä umamin ja suolaisuuden suhteen käytettiin natriumglutamaatti- ja natriumkloridiliuoksia, joiden lopulliset pitoisuudet valittiin koulutuksessa. Natriumglutamaattiliuoksesta päätettiin tehdä 0,50-prosenttista, eli puolet siitä oli puhdistettua vettä. Natriumkloridiliuoksesta päätettiin tehdä 0,35-prosenttista.

Hapokkuuden vertailunäytteeksi ehdotettiin bulgarianjogurttia, piimää, hapankaalin liemestä tai herajuomatiivisteestä (A. Vogel in Molkosanista) valmistettua laimennosta. Sopivaksi vertailunäytteeksi valikoitui laimennos, jossa oli 40 ml Molkosania ja 110 ml puhdistettua vettä. Mehukkuuden vertailunäytteeksi ehdotettiin saunapalvattua kinkkua, kuivattuja aprikooseja, tofua, jauhelihapihviä, leipäjuustoa tai grillimakkaraa. Parhaaksi niistä osoittautui saunapalvattu kinkku (Kauhajoen palvaamo Oy), jonka maku tosin oli melko voimakas. Sovittiin, että kinkkua maistetaan korkeintaan kerran yksittäisen näytteen mehukkuutta arvioitaessa ja se päätettiin tarjota noin sokeripalan kokoisina kuutioina.

Vertailunäytteiden voimakkuuksille annettiin arvot, jotka myöhemmin merkittiin viirallisen arviointilomakkeen jana-asteikoille. Umamin, suolaisuuden ja hapokkuuden vertailunäytteet saivat jana-asteikolla (0–10, jossa 0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas) arvon 5, kun taas mehukkuuden vertailunäyte merkittiin jana-asteikolle kohtaan 8.

5.4 Näytteiden valmistus ja tarjoilu

Porsaan ulkofileepalat ostettiin paikallisesta marketista korkeintaan kaksi päivää ennen niiden kypsennystä. Jokainen ulkofileepala oli samalta valmistajalta (Atria)

ja niiden painot vaihtelivat välillä 1,68 - 2,24 kg. Lihoja säilytettiin kylmiössä noin neljässä °C:ssa.

Ennen kypsennystä lihat leikattiin 2 cm:n paksuisiksi viipaleiksi. Leikkaus tehtiin käsin ja mittauksessa käytettiin viivainta. Viipaleet punnittiin kymmenesosagramman tarkkuudella ja pakattiin Finnvacumin vakuumimuoveihin (kooltaan 200 x 300 mm ja paksuudeltaan 80 my). Vakumoinnissa käytettiin Buschin tyhjiöpakkaus-konetta (Vac-star S225 MP) ja käytetty paine oli 99 % maksimipaineesta.

Vakumoituja lihanäytteitä kypsennettiin 60, 70 tai 80 asteisessa sirkulaattorin (Fusion Chef by Julabo) vesihauteessa. Tarkalleen ottaen sirkulaattorit oli säädetty puoli °C kuumemmiksi, eli 60,5, 70,5 ja 80,5 asteisiksi, jotta näytteiden sisälämpötila nousisi varmasti 60, 70 tai 80 °C:een. Käytössä oli kaksi sirkulaattoria; 60 ja 70 °C:n lihanäytteet kypsennettiin ensin. Heti kun toinen sirkulaattori oli vapaa, kypsennettiin 80 °C:n näytteet.

Lihanäytteiden sisälämpötila mitattiin sirkulaattorien lämpötilamittareilla, siten että mittarit painettiin vakuumimuovin ja siihen ilmastointiteipillä kiinnitetyn vaahtomuovin läpi lihanäytteiden ytimeen. Vaahtomuovi toimi vesitiivisteinä ja auttoi mittaria pysymään kypsennyksen aikana paikoillaan. Näytteitä kypsennettiin niin kauan, kunnes niiden sisälämpötila oli noussut 60, 70 tai 80 °C:een, paitsi 60 °C:n näytteitä kypsennettiin vielä 12 minuuttia niiden pastöroimiseksi.

Kaikkien 60 °C:n näytteiden kypsennysaika vaihteli 20–43 minuutin välillä, ja niiden keskimääräinen kypsennysaika oli 29,1 minuuttia. 70 °C:n näytteiden kypsennysaika vaihteli välillä 9–21 minuuttia, ja niiden keskimääräinen kypsennysaika oli 14,6 minuuttia. 80 °C:n näytteiden todellinen kypsennysaika vaihteli välillä 8–21 minuuttia, ja niiden keskimääräinen kypsennysaika oli 15,7 minuuttia.

Syynä vaihteleviin kypsennysaikoihin oli lihan rakenteen vaihtelut sekä lämpötilamittarin asento lihassa. Jos liha oli hyvin pehmeää, se litistyi vakumoidessa muita ohuemmaksi, jolloin se myös kypsyi nopeammin. Toisinaan lämpötilamittari saattoi joissain näytteissä olla lähempänä lihan pintaa kuin muissa näytteissä. Suurin syy 60 °C:n näytteiden pidemmälle kypsennysajalle oli kuitenkin pastöroinnissa.

Kypsennyksen jälkeen punnittiin erikseen sekä lihanäytteet että niistä erottuneet liemet. Liemet sisälsivät punnituksessa myös lihoista erottuneen sakan. Sakka siivilöitiin liemistä pois teesiivilöiden avulla ennen liemien laittamista tarjoiluastioihin. Lihat tarjottiin foliolla peitetyiltä lautasilta ja liemet petrimaljoilla peitetyistä dekantterilaseista. Vertailunäytteet valmistettiin samana päivänä ja tarjottiin pienistä kertakäyttömukeista, paitsi kinkkukuutiot, jotka tarjottiin pienistä lasikulhoista. Kertakäyttömukit merkittiin kirjaimilla "U" (umami), "S" (suolainen) tai "H" (hapokkuus).

Arvioitavat näytteet satunnaistettiin siten, että niille annettiin erilaiset kolminumeriset satunnaisluvut. Yksittäisen arvioijan jokaisella näytteellä oli eri numerokoodit, mutta arvioijien kesken koodit olivat samat. Jokaista eri arviointitilaisuutta varten keksittiin uudet numerokoodit.

Tarjoiluastioissa olevia näytteitä pidettiin hetken aikaa 60 asteisessa lämpökaapissa (Metos Chef 20) ennen arviointitilaisuuden alkua. Tilaisuuden alkaessa lihanäytteet siirrettiin lämpölevylle. Näytteet ojennettiin arvioitaviksi yksitellen, ensin lieminäytteet ja sitten lihanäytteet. Liha- ja lieminäytteiden tarjoilujärjestys satunnaistettiin jokaiselle arvioijalle ja arviointikerralle erikseen.



Kuva 1. Liha- ja lieminäytteitä juuri ennen aistinvaraista arviointia. Lihanäytteet pysyivät lämpiminä lämpölevyn avulla.

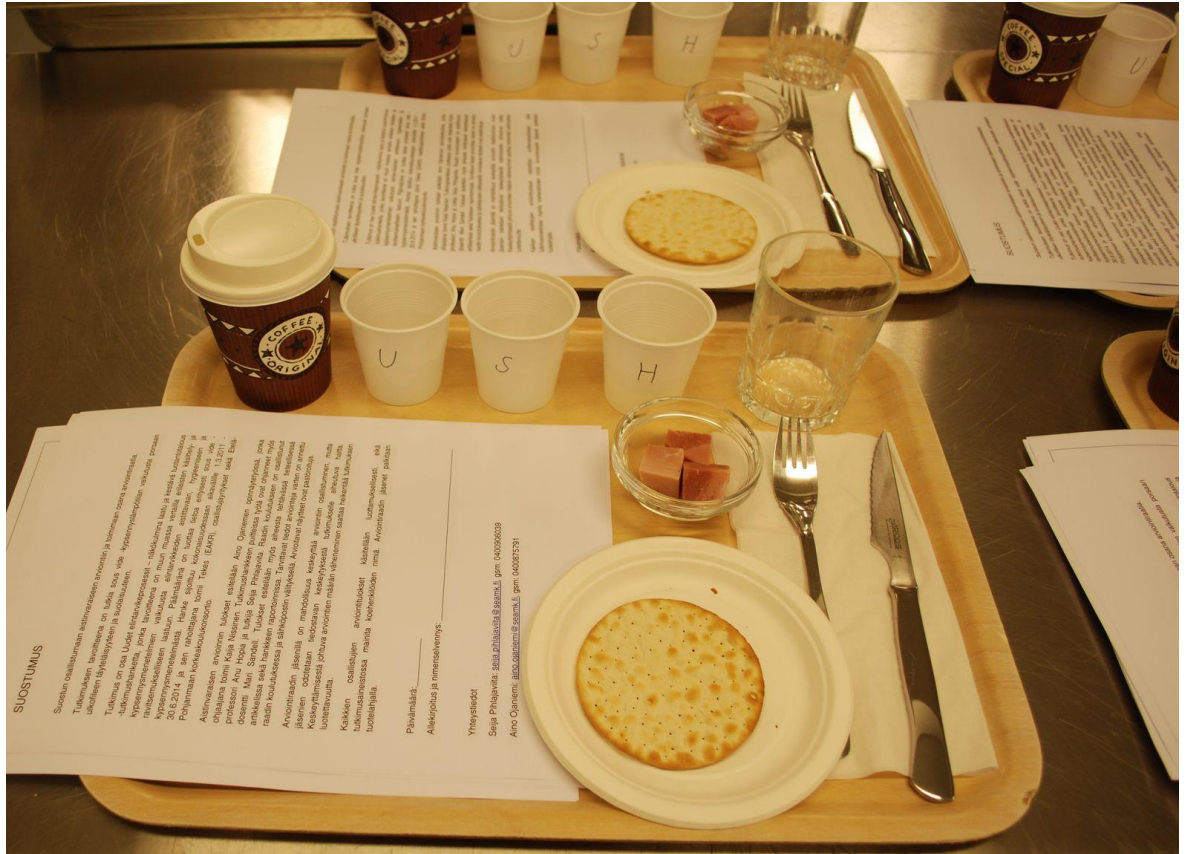
5.5 Aistinvaraisen arvioinnin toteutus

Arviointitilaisuuksia oli yhteensä yhdeksän. Jokaiseen tilaisuuteen osallistui 3–4 arvioijaa. Raatiin kuului yhteensä 11 jäsentä, joista jokainen osallistui kolmeen eri arviointitilaisuuteen (lukuun ottamatta yhtä, joka osallistui kahteen). Yhteensä arviointeja (ja siten arviointilomakkeita) saatiin 32 kappaletta.

Yhdellä arviointikerralla jokainen arvioi yhteensä kuusi näytettä, joista kolme oli lihanäytteitä ja kolme lieminäytteitä. Yksi lihanäytteistä oli kypsennetty 60 °C:ssa, yksi 70 °C:ssa ja yksi 80 °C:ssa, eli myös niistä erottuneissa lieminäytteissä kypsennyslämpötilat jakautuivat samoin.

Arviointi suoritettiin siihen tarkoitetussa tilassa, jossa oli neljä arviointikoppia. Jokainen koppi oli katettu paperipyyhkeillä, vesikannulla ja tarjottimella, jonka päällä oli sylkykuppi, juomalasi, vertailunäytteet, suun neutralointiin tarkoitettu keksi sekä kynä ja arviointilomake (liite 2). Lisäksi oli ruokailuvälineet lihanäytteiden maista-

mista varten. Suun neutralointiin tarkoitetut keksit olivat Carr'sin Table water -keksejä, tosin osalla arvioijista ne korvattiin Consenzan gluteenittomilla näkkileivillä. Myös vesi oli tarkoitettu suun neutralointiin.



Kuva 2. Arviointikoppeihin vietävät tarjottimet. (Kynät ovat kuvassa lomakkeiden alla).

Näytteet ojennettiin kopissa olevan luukun kautta peräkkäin, siten että arvioitu näyte otettiin takaisin ennen kuin uusi näyte annettiin tilalle. Koppien ulkopuolella oli merkkivalo, jonka arvioijat painoivat päälle kopissa olevasta valokatkaisimesta aina yksittäisen näytteen arvioituaan.

Arviointilomakkeiden ensimmäisellä sivulla oli arvioijille suunnatut toimintaohjeet, tosin niitä oli käsitelty jo raadin koulutuksen aikana. Tämän vuoksi ei ollut tarpeellista käydä ohjeita yksityiskohtaisesti läpi enää arviointitilaisuuksissa. Lomakkeiden etusivulle merkittiin nimi ja päivämäärä. Jokaista näytettä varten oli varattu yksi sivu, jonka ylälaitaan merkittiin arvioitavan näytteen numero. Ensimmäiset sivut oli varattu lieminäytteitä varten, ja niissä keskityttiin umamin, suolaisuuden ja hapokkuuden voimakkuuteen. Lihanäytteistä arvioitiin edellisten lisäksi myös mehukkuus. Lisäksi joka näytteestä sai antaa sanallisen arvion.

Ominaisuuksien voimakkuuksien arviointia varten lomakkeissa oli jana-asteikot. Asteikot olivat numeroasteikkoja väliltä 0–10, eli janojen toisessa päässä oli luku 0 (= erittäin mieto) ja toisessa päässä 10 (= erittäin voimakas). Janoille oli merkitty myös vertailunäytteiden voimakkuudet. Jokaista näytettä verrattiin yksitellen vertailunäytteisiin, siten että arvioitavien näytteiden ominaisuuksien voimakkuuksia verrattiin vertailunäytteiden voimakkuuksiin. Voimakkuus merkittiin janalle pystyviivalla.

Vertailunäytteitä oli neljä: umamille, suolaisuudelle, hapokkuudelle ja mehukkuudelle (tarkempi kuvaus kappaleessa 5.2). Lieminäytteitä maistettaessa näytettä otettiin tarpeeksi suuri määrä suuhun suoraan dekanterilasista, jonka jälkeen sitä pyöriteltiin suussa makujen irtoamiseksi. Lihanäytteistä maistettava pala leikattiin keskeltä, että se olisi mahdollisimman tasalaatuinen. Lihanäytteitä tuli pureskella tarpeeksi kauan makujen irtoamiseksi, sillä erityisesti kuivemmista lihanäytteistä maut eivät vapautuneet suuhun kovin helposti. Arvioitavat näytteet ja vertailunäytteet sai sylkeä sylkykupiin. Suun sai neutraloida vedellä ja kekseillä.

Ensimmäisellä arviointikerralla raatilaisia pyydettiin täyttämään suostumuslomake (liite 1), jossa kerrottiin tutkimuksen taustoista ja pyydettiin varmistamaan suostumus arviointiin osallistumisesta. Arviointien päätyttyä osallistujat palkittiin tuotelahjalla.

5.6 Näytteiden valmistus kemiallisia analyyseja varten

Vaikka tässä työssä ei esitellä kemiallisten analyyseiden tuloksia, ovat ne osa tutkimusta. Suolan ja pH:n mittausta varten näytteet valmistettiin samalla tavoin kuin aistinvaraista arviointia varten. Umamiin vaikuttavien ainesosien selvittämistä sekä kypsennysajan vaikutuksen arvioimista varten näytteet valmistettiin seuraavalla tavalla: jokaisen kypsennyslämpötilan näytteisiin käytettiin kolmea eri kypsennysaikaa. Ensimmäinen kypsennysaika oli sama kuin aistinvaraisen arvioinnin näytteissä, eli kunnes sisälämpötila oli saavuttanut vesihauteen lämpötilan (60 °C:n näytteitä kypsennettiin kuitenkin vielä 12 minuuttia pastöroitumisen vuoksi). Toinen kypsennysaika oli 60 minuuttia ensimmäistä kypsennysaikaa pidempi ja kolmas 120 minuuttia ensimmäistä kypsennysaikaa pidempi.

6 TULOKSET

Tutkimus tuotti ensisijaisesti määrällistä, mutta sanallisten kuvausten muodossa myös laadullista aineistoa. Tässä luvussa tulokset esitetään keskittymällä erikseen liemi- ja lihanäytteisiin sekä niiden jokaiseen aistinvaraisesti arvioituun ominaisuuteen. Lisäksi esitellään sanalliset kuvaukset.

Koska arvioitujen ominaisuuksien voimakkuudet oli merkitty jana-asteikoille, käytettiin vastausten tarkassa selvittämisessä apuna viivainta. Janalle merkityn, ominaisuuden voimakkuutta kuvaavan viivan etäisyys mitattiin janan alkupäästä millimetrin tarkkuudella. Saatu luku kuvasi kyseisen ominaisuuden voimakkuutta suhteessa janan koko pituuteen, joka oli 10 cm.

Yhden tyyppisestä näytteestä, eli yhdessä kypsennyslämpötilassa kypsennetystä liha- tai lieminäytteestä saatiin yhteensä 32 arviota. Kaikista yhtä ominaisuutta koskevista, yhden tyyppiselle näytteelle annetuista arvoista laskettiin keskiarvo. Keskiarvot pyöristettiin kymmenesosadesimaalin tarkkuudella lukujen vertailua varten. Aineisto analysoitiin SPSS-tietojenkäsittelyohjelmalla, mutta apuna käytettiin jonkin verran myös Microsoft Exceliä. Tilastolliseen kuvailuun käytettiin keskiarvoja ja keskihajontoja. Tilastolliset analyysit tehtiin käyttäen varianssianalyysiä (ANOVA).

Jokaisen arviointilomakkeen kaikkiin jana-asteikkoja sisältäviin kohtiin oli vastattu lukuun ottamatta yhtä lomaketta, jossa 60 °C:n lihan mehukkuutta koskeva kohta oli jätetty tyhjäksi. Sanallisten kuvausten osalta täysin tyhjiä arviointilomakkeita oli 11 kappaletta, kun taas 21:ssä lomakkeessa oli jonkinlainen maininta liemi- ja / tai lihanäytteistä.

Lieminäytteitä (tai osaa niistä) oli kuvattu sanallisesti yhteensä 13:sta arviointilomakkeessa viiden arvioijan toimesta. Lihanäytteitä (tai osaa niistä) oli kuvattu 20:ssä lomakkeessa yhdeksän arvioijan toimesta. Sanalliset kuvaukset kirjattiin Exceliin johtopäätösten tekoa varten. Tuloksissa esitellään vain keskeisimmät sanallisissa kuvauksissa esille nousseet asiat.

6.1 Lieminäytteet

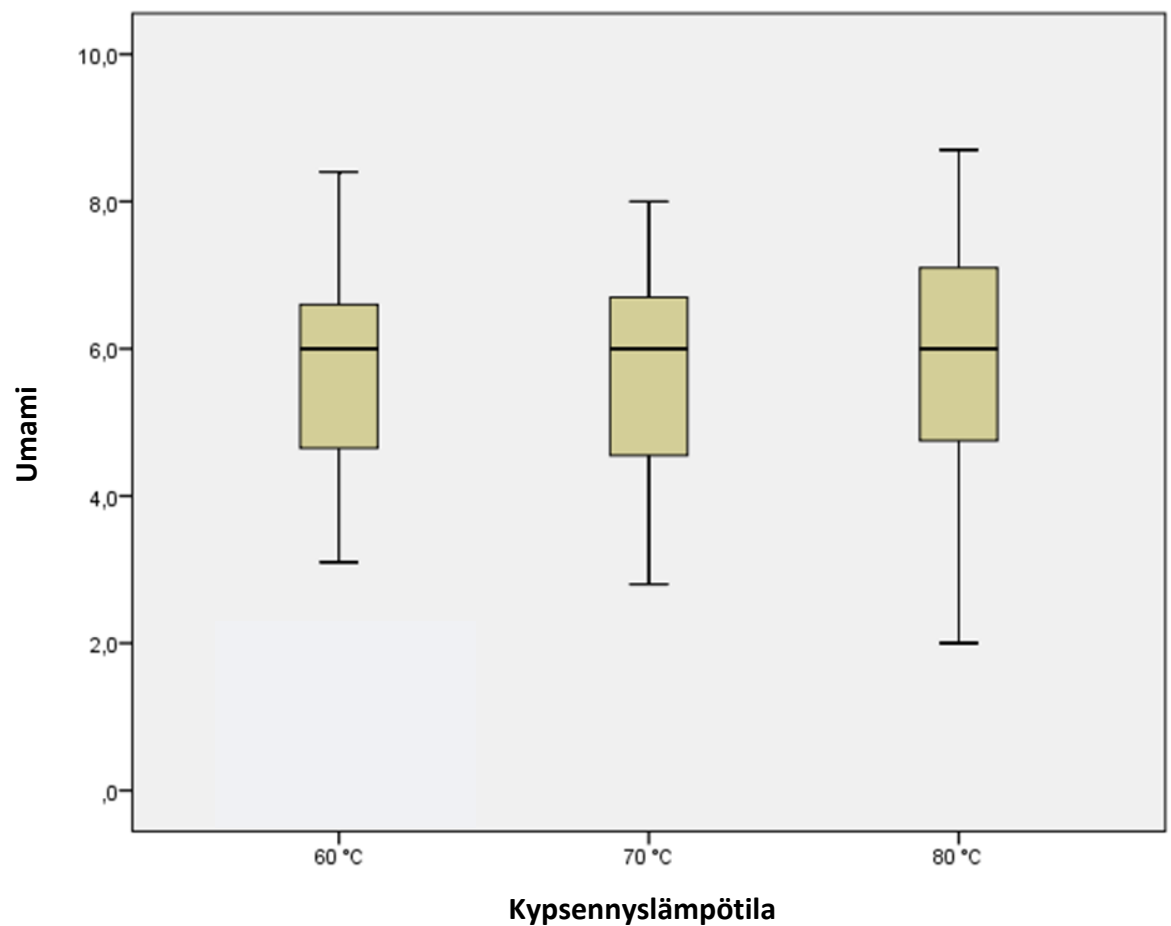
Umami. Eri kypsennyslämpötilojen lieminäytteiden välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja umamin suhteen. Voimakkaimpana umami maistettiin 80 °C:n näytteissä, mutta erot olivat kuitenkin hyvin pieniä kaikkien näytteiden välillä (taulukko 1. ja kuvio 1.).

Suolaisuus. Suolaisuudessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. 80 °C:n lieminäytteet aistittiin suolaisimpina keskiarvolla tarkasteltuna. Niiden ero 60 ja 70 °C:n näytteisiin oli suurempi kuin umamin kohdalla. 60 ja 70 °C:n näytteiden suolaisuudessa ei sen sijaan ollut juuri eroa (taulukko 1. ja kuvio 2.).

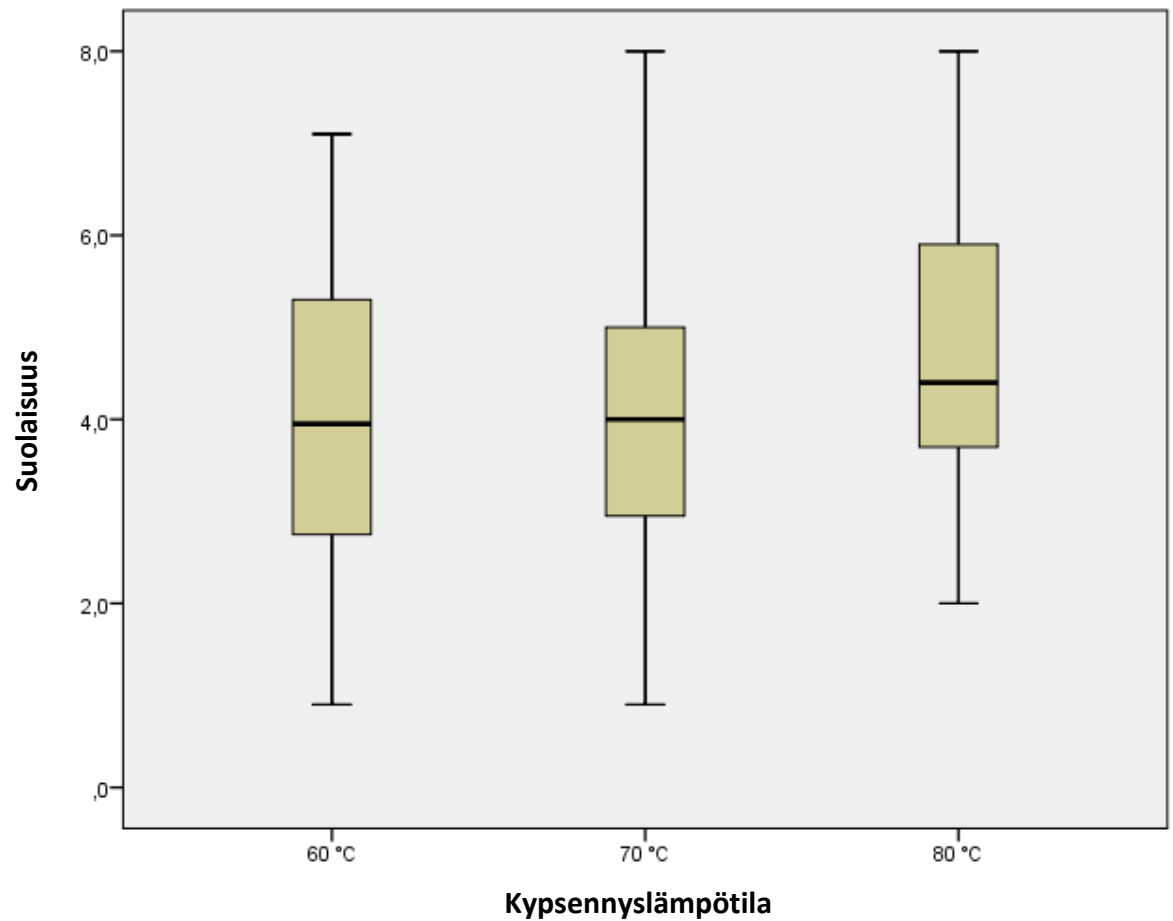
Hapokkuus. 80 ja 70 °C:n näytteet olivat yhtä hapokkaita. 60 °C:n lieminäytteet olivat hieman vähemmän hapokkaita, mutta erot olivat kaikkien näytteiden välillä kuitenkin hyvin pieniä (taulukko 1. ja kuvio 3.). Tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut.

Taulukko 1. 60, 70 ja 80 °C:n lieminäytteiden ominaisuuksien voimakkuuksien keskiarvot asteikolla 0-10 (0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas) sekä keskihajonnat ja p-arvot.

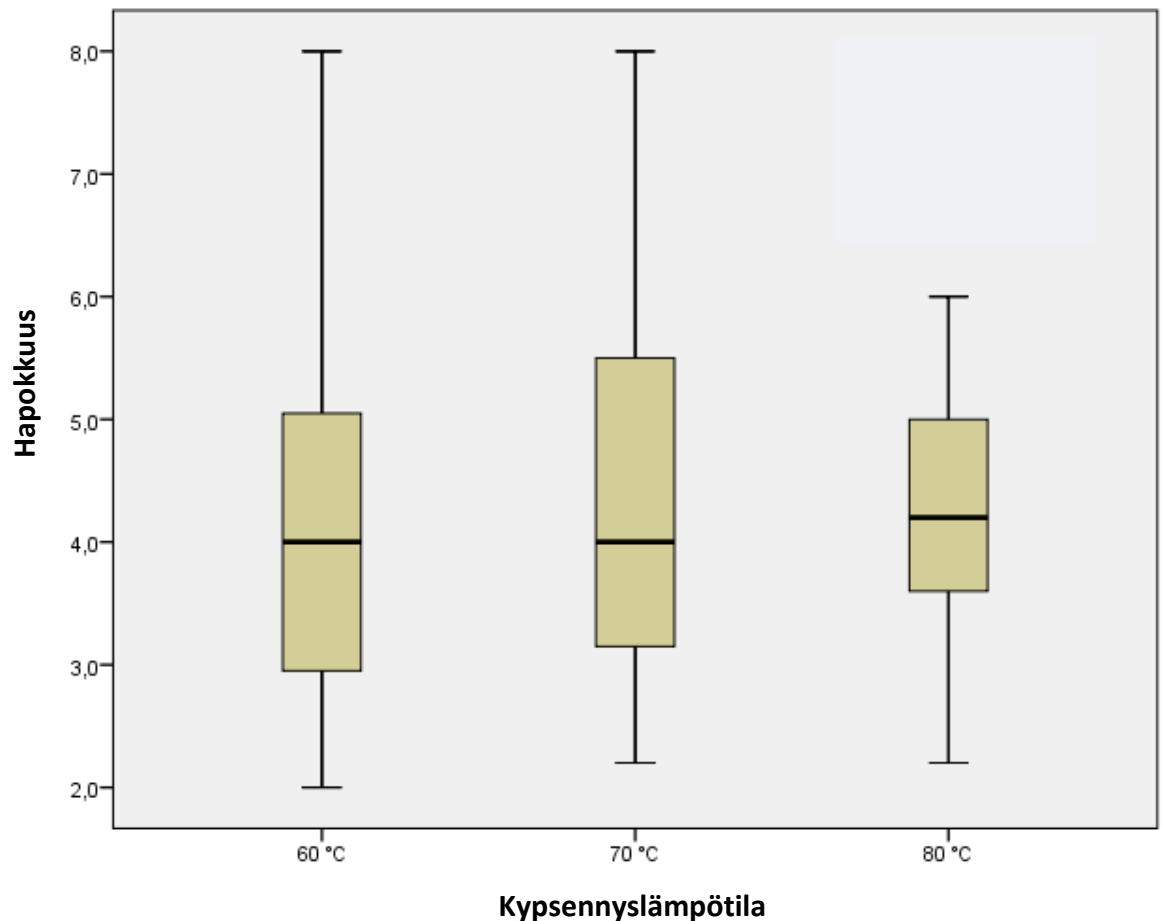
		N	Keskiarvo	Keskihajonta	P-arvo
Umami	60 °C	32	5,6	± 1,6	0,854
	70 °C	32	5,7	± 1,4	
	80 °C	32	5,8	± 1,7	
Suolaisuus	60 °C	32	4,0	± 1,9	0,166
	70 °C	32	4,1	± 1,6	
	80 °C	32	4,8	± 1,8	
Hapokkuus	60 °C	32	4,2	± 1,5	0,709
	70 °C	32	4,4	± 1,5	
	80 °C	32	4,4	± 1,2	



Kuvio 1. 60, 70 ja 80 °C:n lieminäytteiden umamin voimakkuudet, kun 0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas (n = 32).



Kuvio 2. 60, 70 ja 80 °C:n lieminäytteiden suolaisuuden voimakkuudet, kun 0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas (n = 32).



Kuvio 3. 60, 70 ja 80 °C:n lieminäytteiden hapokkuuden voimakkuudet, kun 0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas (n = 32).

Sanalliset kuvaukset. 60 °C:n liemiä kuvailtiin kirpeiksi, hapokkaiksi ja hapahkoiksi. Useampi arvioija mainitsi, että näytteiden hapokkuus tai kirpeys häiritsi muiden makuominaisuuksien, kuten suolaisuuden määrittystä. Näytteiden umamin sanottiin peittyvän, ensituntuma oli suolainen tai hapokas. Lienten mainittiin olevan sameita ja tummia.

Myös 70 °C:n liemiä kuvailtiin ennen kaikkea hapokkaiksi tai kirpeiksi, ja kyseisten ominaisuuksien mainittiin häiritsevän arviointia sekä peittävän muita makuja (kuten umamia) alleen. Päällimmäisinä maistuivat suolaisuus ja hapokkuus. Maun mainittiin olevan myös laimea ja kihelmöivä tai ”mukea”. Lienten väriä kuvattiin punaruskeaksi.

80 °C:n lieminäytteiden hapokkuuden ja suolaisuuden mainittiin häiritsevän umamin pitoisuuden arvioimista. Hapokkuus häiritsi myös suolaisuuden arvioimista.

Liemien sanottiin myös olevan mietoja, hieman muita lihaisampia ja kihelmöiviä / ”mukeita”.

6.2 Lihanäytteet

Umami. Voimakkaimpana umami maistettiin 70 °C:n lihanäytteissä, toiseksi voimakkaimpana 60 °C:n näytteissä ja miedoimpana 80 °C:n näytteissä (taulukko 2. ja kuvio 4.). Erot olivat aavistuksen suurempia kuin lieminäytteiden umamin suhteen, mutta ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

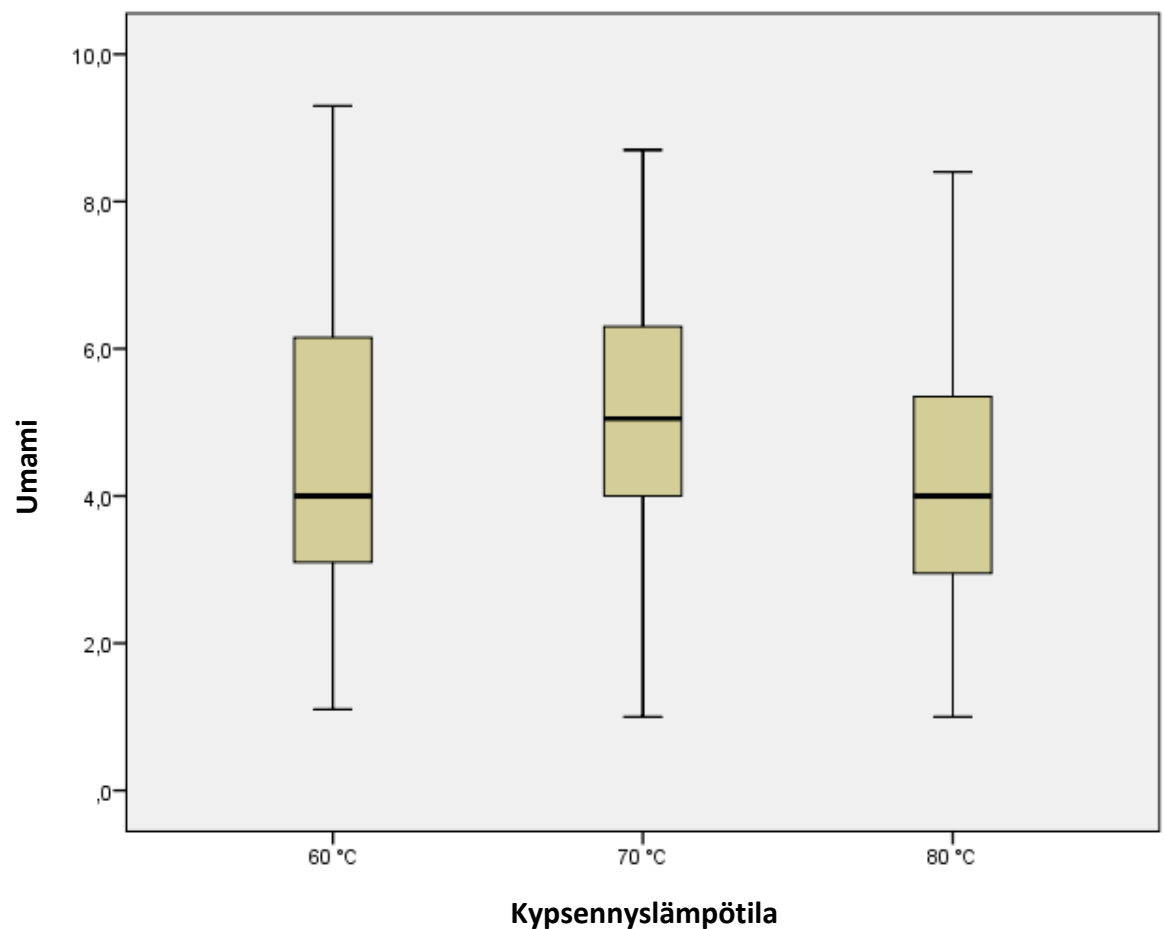
Suolaisuus. 70 °C:n lihanäytteet olivat myös suolaisimpia. 60 ja 80 °C:n näytteiden suolaisuudessa ei ollut eroa. Kaiken kaikkiaan erot suolaisuudessa olivat kaikkien lihanäytteiden välillä pieniä (taulukko 2 ja kuvio 5.) eivätkä ne olleet tilastollisesti merkitseviä.

Hapokkuus. Hapokkaimpia olivat 60 °C:n näytteet ja vähiten hapokkaita 80 °C:n näytteet. 60 ja 70 °C:n näytteiden hapokkuudessa oli vain pieni ero, eniten joukosta poikkesivat 80 °C:n näytteet. Eli toisin kuin lieminäytteissä, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden hapokkuudessa oli eroa. Mitä korkeampi kypsennyslämpötila oli kyseessä, sitä vähemmän hapokkaita lihanäytteistä tuli (taulukko 2. ja kuvio 6.). Koska p-arvo oli alle 0,05, olivat erot tilastollisesti merkitseviä.

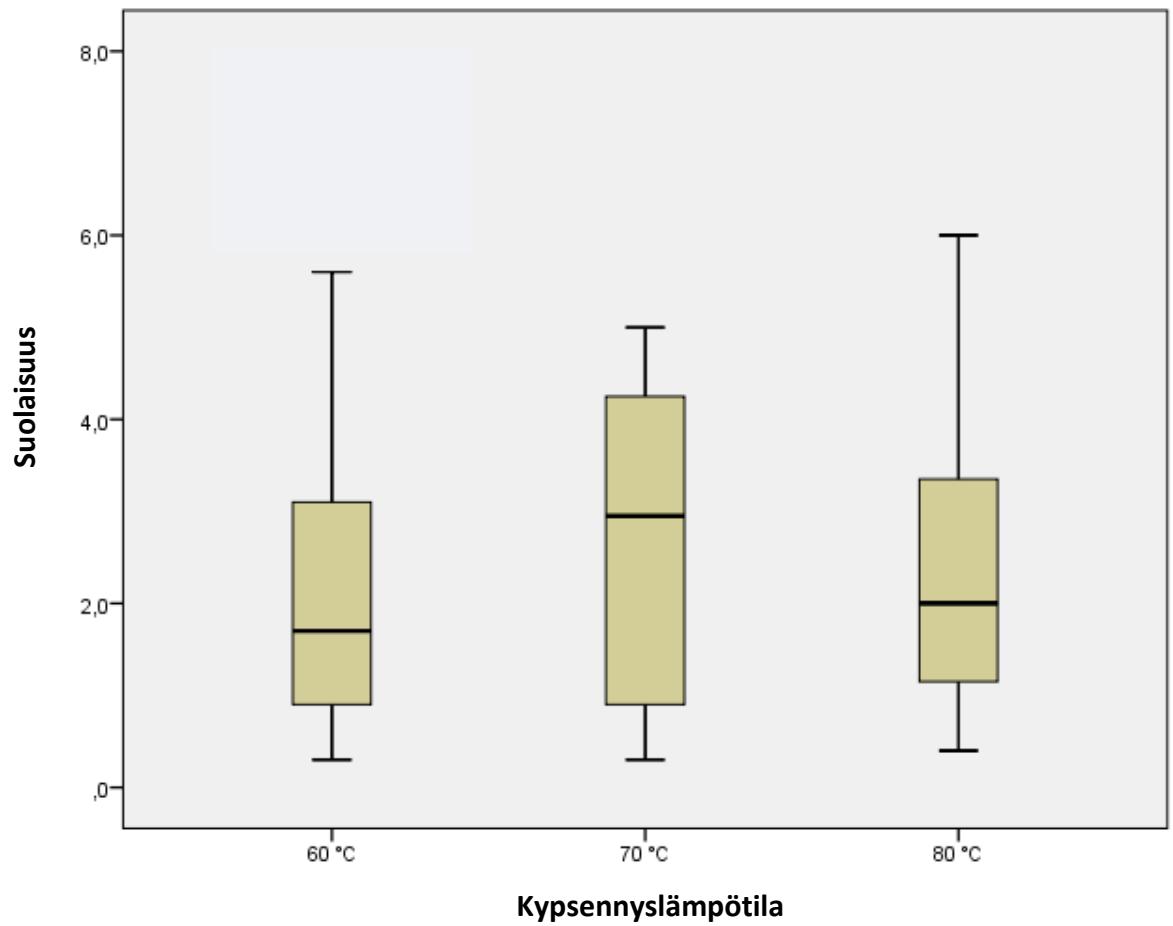
Mehukkuus. Erot mehukkuudessa olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Mehukkaimpia olivat 60 °C:n lihat, seuraavaksi mehukkaimpia 70 °C:n lihat ja huomattavasti kuivempia olivat 80 °C:n näytteet. Mitä korkeampi kypsennyslämpötila oli siis kyseessä, sitä kuivempia lihanäytteistä tuli (taulukko 2. ja kuvio 7.).

Taulukko 2. 60, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden ominaisuuksien voimakkuuksien keskiarvot asteikolla 0-10 (0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas) sekä keskihajonnat ja p-arvot.

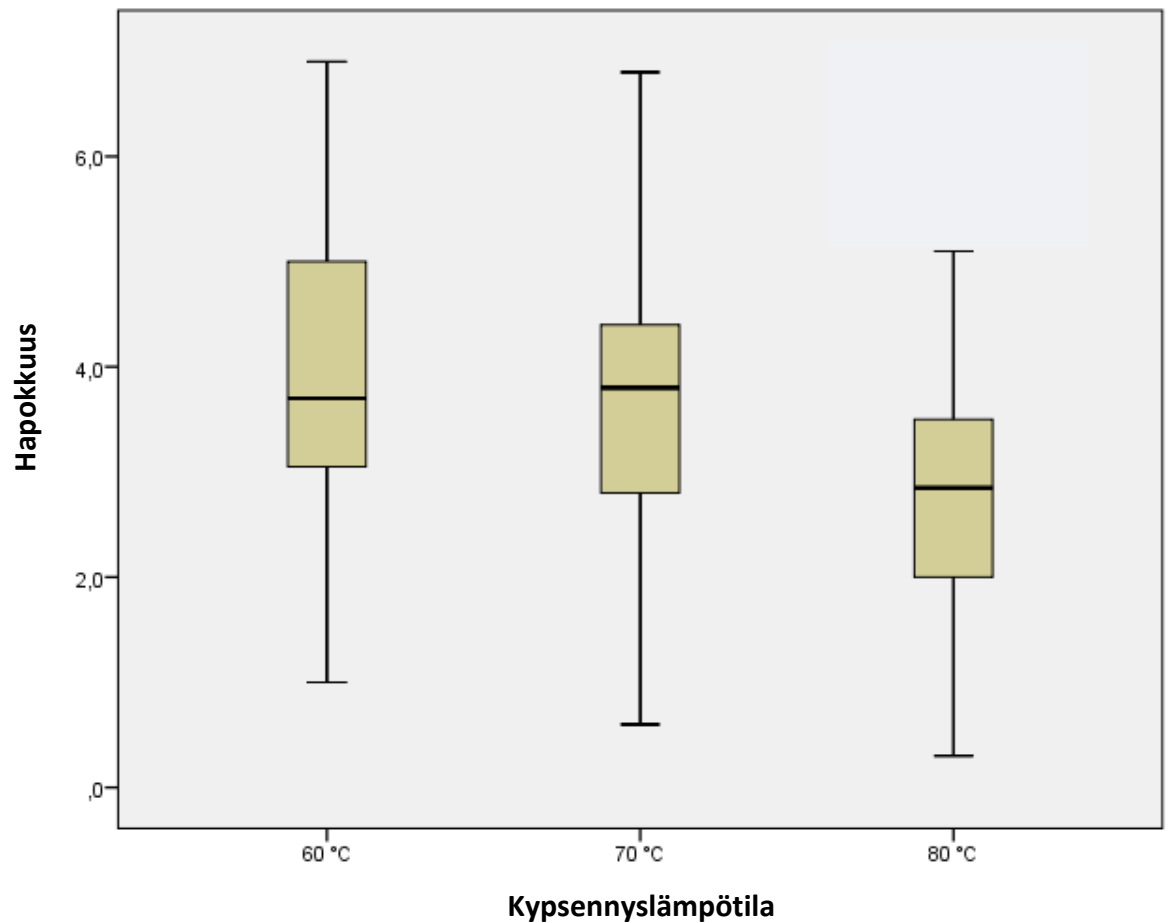
		N	Keskiarvo	Keskihajonta	P-arvo
Umami	60 °C	32	4,6	± 2,1	0,233
	70 °C	32	5,1	± 1,8	
	80 °C	32	4,3	± 1,8	
Suolaisuus	60 °C	32	2,3	± 1,7	0,433
	70 °C	32	2,7	± 1,7	
	80 °C	32	2,3	± 1,4	
Hapokkuus	60 °C	32	3,9	± 1,7	0,028
	70 °C	32	3,6	± 1,4	
	80 °C	32	2,9	± 1,4	
Mehukkuus	60 °C	32	6,1	± 1,4	0,000
	70 °C	32	5,1	± 1,9	
	80 °C	32	3,2	± 1,8	



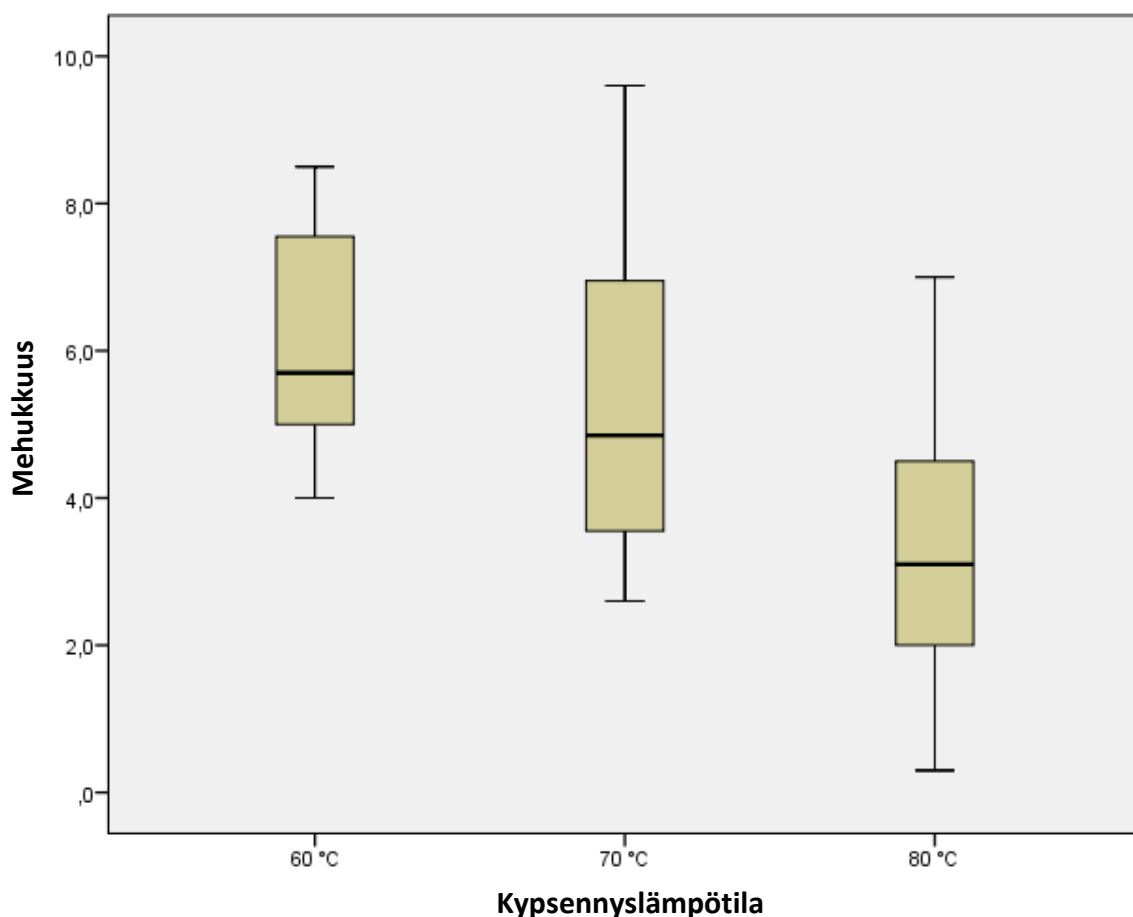
Kuvio 4. 60, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden umamin voimakkuudet, kun 0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas (n = 32).



Kuvio 5. 60, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden suolaisuuden voimakkuudet, kun 0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas (n = 32).



Kuvio 6. 60, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden hapokkuuden voimakkuudet, kun 0 = erittäin mieto ja 10 = erittäin voimakas (n = 32).

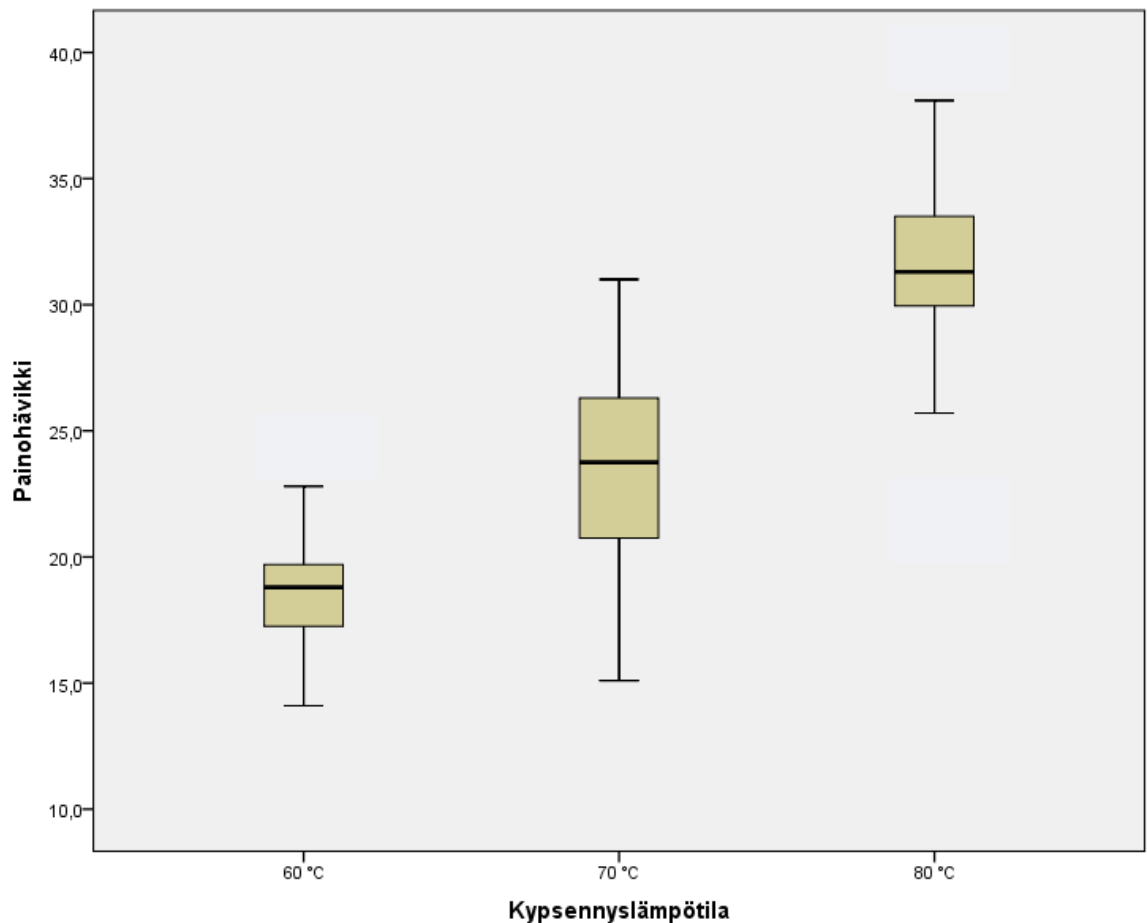


Kuvio 7. 60, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden mehukkuus, kun 0 = erittäin kuiva ja 10 = erittäin mehukas (n = 32).

Painohävikit. Erot lihanäytteiden painohävikkeissä, eli nesteen haihtumisen aiheuttamissa painon alenemissa olivat tilastollisesti merkitseviä eri kypsennyslämpötilojen välillä. Painohävikit olivat suurimpia 80 °C:n lihanäytteissä, jotka myös aistittiin kuivimpina. Lievintä painohävikki oli 60 °C:n lihanäytteissä. (Taulukko 3. ja kuvio 8.).

Taulukko 3. 60, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden painohävikkiprosenttien keskiarvot sekä niiden keskihajonnat ja p-arvo.

	N	Keskiarvo (%)	Keskihajonta	P-arvo
60 °C	32	18,5	2,2	0,000
70 °C	32	23,7	3,9	
80 °C	32	31,6	4,3	



Kuvio 8. 60, 70 ja 80 °C:n lihanäytteiden painohävikkiprosentit (n = 32).

Sanalliset kuvaukset. 60 °C:n lihanäytteitä kuvailtiin mehukkaiksi, hieman vetiksi, hapokkaiksi, suolaisiksi, melko mauttomiksi ja laimeiksi. Koostumukseltaan lihojen sanottiin olevan pehmeitä, meheviä ja hieman raakoja. Lienten mainittiin olleen lihoja täyteläisempiä.

70 °C:n lihoja kuvailtiin kuiviksi tai keskimehukkaiksi, laimeiksi ja mauttomiksi, hapokkaiksi tai hapokkaimmiksi sekä 60 °C:n näytteitä lihaisemmiksi. Lihaa leikattaessa ei irronnut lientä ja pureskeltaessa ei irronnut kovin nopeasti makuja.

80 °C:n lihanäytteiden mainittiin olevan erittäin tai melko kuivia: lihaa leikattaessa ei irronnut lientä ja pureskeltaessa maut irtosivat huonosti. Näytteiden sanottiin olevan mauttomia, hapokkaita, lihaisimpia ja omaavan kihelmöivää ”mukeutta”. Kuivuudesta huolimatta näytteiden mainittiin olevan myös pehmeitä ja mureita leikattaessa. Kaikkien kypsennyslämpötilojen lihanäytteiden mainittiin olevan vaaleita ja (hieman) sitkeitä. Muutaman kerran kommentoitiin myös näytteiden koostumuksen miellyttävyyttä.

6.3 Yhteenveto

Lihanäytteisiin verrattuna kaikki makuominaisuudet olivat voimakkaampia liemissä kaikkien kypsennyslämpötilojen osalta. Lähes kaikki maut voimistuivat liemissä sen mukaan, mitä korkeampi kypsennyslämpötila oli kyseessä, tosin 70 ja 80 °C:n näytteiden hapokkuudessa ei ollut eroa.

Lihanäytteissä hapokkuus ja mehukkuus laskivat sitä enemmän, mitä korkeampi kypsennyslämpötila oli kyseessä. Sen sijaan umami ja suolaisuus olivat voimakkaimpia 70 °C:n eli keskimmäisen kypsennyslämpötilan näytteissä.

Lähes kaikkien aistinvaraisten ominaisuuksien erot olivat kaikissa näytteissä melko pieniä tai olemattomia, paitsi lihanäytteiden mehukkuuden ja hapokkuuden suhteen. Tulosten mukaan erot hapokkuudessa olivat tilastollisesti merkitseviä ja mehukkuudessa erittäin merkitseviä eri kypsennyslämpötilojen välillä. Painohävikkien tilastollisesti merkitsevät erot korreloivat mehukkuuden kanssa. Muiden ominaisuuksien suhteen tilastollista merkitsevyyttä ei ollut (p-arvo yli 0,05). Hyvin vaikeasti aistittavista eroista huolimatta monien ominaisuuksien voimakkuuksissa havaittiin nousu- tai laskusuunta.

Sanallisten kuvausten mukaan lieminäytteissä nousi esiin suolaisuus ja erityisesti kirpeys tai hapokkuus, joka häiritsi muiden makujen aistimista. Useita havaintoja oli tehty myös lihanäytteiden mehukkuuden ja rakenteen muutoksista.

7 POHDINTA

Ishiwatarin, Fukuokan, Hamada-Saton & Sakain (2013) tutkimuksessa umamiin vaikuttavan IMP:n määrä oli hieman korkeampi 70 °C:n naudanlihanäytteissä verrattuna 60 °C:n näytteisiin. Erot johtuivat IMP:n hajoamiseen vaikuttavan entsyymin inaktivoitumisesta 64,1 °C:ssa (Ishiwatari ym. 2013, 18–19). Kun entsyymi on aktiivinen vielä 60 °C:ssa, ehtii IMP:n määrä lihassa laskea. Tällöin mahdollisesti myös umamin maku vähenee.

Tulokset ovat yhtäläisiä tämän tutkimuksen tulosten kanssa: umami aistittiin voimakkaampana 70 °C:n lihanäytteissä verrattuna 60 °C:n lihanäytteisiin. Erot olivat kuitenkin pieniä, kuten myös Ishiwatarin ym. (2013) tutkimuksessa. 80 °C:n näytteiden IMP-määrästä ei kyseisen tutkimuksen perusteella saatu tietoa, mutta koska IMP:n määrä ei laske entsyymin toimesta yli 64,1 °C:ssa, voidaan päätellä, että 80 ja 70 °C:n näytteiden IMP-määrässä ei tulisi olla eroja.

Tulosten mukaan umami aistittiin miedoimpana kuitenkin juuri 80 °C:n lihanäytteissä. Syynä saattoi olla 80 °C:n lihanäytteiden kuivuus, joka esti makuja irtoamasta. Syynä saattoi olla myös makujen vuotaminen liemiin, sillä mitä korkeamassa lämpötilassa näytteitä kypsennettiin, sitä enemmän umamin maku liemissä voimistui. Lisäksi umamiin vaikuttavat useat eri tekijät, joten syitä ei ole suotavaa etsiä pelkästä IMP:stä.

Sasakin, Motoyaman ja Mitsumoton (2007, 170–171) mukaan glutamaatin, aminohappojen ja IMP:n määrä laskee lihassa kypsennyksen aikana, kun kyseiset aineet siirtyivät lihasta erottuvan liemen mukana lihaskudoksen ulkopuolelle. Umamin ja suolaisuuden aistiminen voimakkaampana liemissä johtui todennäköisesti juuri edellä mainitusta syystä.

Christensen ym. (2012, 485) totesivat, että matalammassa kypsennyslämpötilassa lihoista tulee mehukkaampia ja korkeammassa lämpötilassa kuivempia, eli korkeammassa lämpötilassa lihasta erottuu enemmän nestettä. Koska liemien suolaisuus voimistui kypsennyslämpötilan kasvaessa, olisi oletettavaa, että lihanäytteiden suolaisuus puolestaan laskisi, kun suola siirtyisi nesteen mukana lihaskudoksen ulkopuolelle. 60 °C:n lihanäytteiden sijaan suolaisuus aistittiin kuitenkin voi-

makkaimpana 70 °C:n näytteissä, tosin erot olivat pieniä. Syynä on saattanut olla umamin ja suolaisuuden erottamisen vaikeus, jos ne sekoittivat toistensa aistimista.

Kuten jo kappaleessa 2.5 ennakoitiin, 60 °C:n lihanäytteet olivat 70 ja 80 °C:n lihanäytteitä mehukkaampia. Aikaisempien tutkimusten perusteella tähän vaikutti proteiinien denaturoituminen (Mortensen 2013, 40, Martensin ym. 1982 mukaan). Tulokset ovat yhtäläisiä edellä mainitun Christensenin ym. (2011, 485) tutkimuksen suhteen. Mehukkuuden eroista kertovat selkeästi myös painohävikkeissä olevat erot. Kypsennyslämpötiloilla oli melko samanlainen vaikutus lihanäytteiden hapokkuuteen, eli mitä korkeampi lämpötila oli kyseessä, sitä vähemmän hapokkaita lihat olivat. Jos tämän tutkimuksen otanta olisi ollut suurempi, olisi hapokkuuden nousu saattanut lieminäytteissä tulla selkeämmin esille.

Yamaguchi & Takahashi (1984, 82-85) totesivat, että glutamaattia lisäämällä voidaan lisätyn natriumkloridin määrää vähentää, ilman että se laskee ruoan maittavuutta. Umamiin vaikuttava glutamaatti saattaisi siis toimia hyvänä suolan korvikkeena, kun halutaan välttää suolan haittavaikutuksia. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan umami ja suolaisuus aistittiin voimakkaimpina saman kypsennyslämpötilan eli 70 °C:n lihanäytteissä. Ravitsemuksellisesti parhaassa vaihtoehdossa suolaisuus olisi ollut alhaisin juuri kyseisen kypsennyslämpötilan näytteissä. Lihassa luontaisesti olevalla natriumkloridilla on nimittäin samankaltaisia vaikutuksia terveyteen kuin lisätyllä suolalla, sillä kyseessä on sama aine.

Tulosten kautta voidaan kuitenkin myös selvittää, missä kypsennyslämpötilassa umami aistittiin voimakkaimpana suhteessa suolaisuuteen. Juuri 70 °C:n lihanäytteissä erot umamin ja suolaisuuden voimakkuuksissa olivat suurimmat. Vastaavat asteet lieminäytteillä olivat 60 ja 70 °C, joiden kesken erot olivat samat. Vaikka umami ja suolaisuus parantavat liharuokien miellyttävyyttä, vaikuttavat mehukkuus ja mureus siihen todennäköisesti vielä enemmän: umami ja suolaisuus tuskin tekisivät maittavaa lihasta, joka on hyvin kuivaa ja sitkeää.

Jo tutkimusta edeltäneiden esitestausten kautta todettiin, että 60, 70 ja 80 °C:n kypsennyslämpötilojen välillä ei ollut suuria eroja umamin ja suolaisuuden suhteen. Tutkimuksen haasteellisuuden vuoksi raati pyrittiin kouluttamaan mahdolli-

simman tehokkaasti. Koulutuksissa keskityttiin olennaisiin asioihin varsinaisten arviointien kannalta ja arviointiin liittyvistä haasteista keskusteltiin avoimesti. Aikaa koulutuksille oli kuitenkin melko rajallisesti, ja tutkimuksen luotettavuuden kannalta lisäkoulutuksesta olisi todennäköisesti ollut hyötyä. Luotettavuutta olisi voinut lisätä myös suurempi osallistujamäärä, eli jos arviointiraati olisi koostunut useammasta jäsenestä.

Erityisesti umamin aistimista pidettiin haasteellisena muiden makujen kanssa syntyvien makusynergoiden vuoksi. Vaikka koulutuksilla oli positiivinen vaikutus eri makujen erottelukyvyn kannalta, saattoi makujen sekoittuminen toisiinsa häiritä arviointia siitä huolimatta. Osa näytteiden mauista oli puolestaan niin hallitsevia, että ne peittivät muita makuja alleen. Esimerkiksi lieminäytteiden sanallisista kuvauksista voidaan päätellä, että kirpeys ja / tai hapokkuus häiritsi muiden makujen aistimista.

Toisena ongelmana oli erityisesti kuumempien kypsennyslämpötilojen lihanäytteiden kuivuus, joka vaikeutti makujen irtoamista. Näytteitä oli myös melko paljon arvioitavana yhtä arviointikertaa kohden, kun otetaan huomioon kuinka pieniä makuerot näytteiden välillä olivat. Pieni osa arvioijista joutui aikataulujensa vuoksi toteuttamaan kaksi arviointia saman päivän aikana, mikä saattoi vaikuttaa aistien turtumiseen ja siten arviointien luotettavuuteen.

Saman näytteen saman ominaisuuden yksittäiset arvioinnit poikkesivat toisinaan toisistaan suurestikin eri arvioijien välillä. Esimerkiksi 80 °C:n lieminäyte sai suolaisuuden suhteen arvoja väliltä 2–8. Koska ominaisuuksien voimakkuuksia verrattiin vertailunäytteisiin, voidaan erojen päätellä johtuvan vertailunäytteiden voimakkuuksien erilaisista tulkinnoista suhteessa arvioitaviin voimakkuuksiin. Raadin koulutuksissa olisi siis voitu käsitellä ehkä vielä enemmän vertailunäytteiden sopivuutta ja voimakkuutta suhteessa arvioitaviin ominaisuuksiin. Tulosten kannalta olennaisinta oli kuitenkin se, että jokaisen henkilökohtainen tulkinta pysyi samanlaisena kaikkien arviointikertojen aikana. Toisaalta poikkeamia nähtiin jonkin verran myös arvioijien omien arviointien välillä.

Myös arvioinnin objektiivisuuden tärkeyttä olisi voitu painottaa enemmän, sillä sanallisten kuvausten joukossa oli myös muutama maininta näytteiden miellyttävyy-

destä. Osa sanallisista arvioista oli keskenään ristiriitaisia, esimerkiksi lihanäytteiden koostumusta koskien. Sanalliset arviot siitä, mikä lihanäyte oli lihaisin tai hapokkain, eivät korreloineet numeraalisten tulosten kanssa, kun taas mehukkuudessa olevat erot tulivat kuvauksissa selkeästi esiin. Selkeimmin havaittavat erot koskivat juuri mehukkuutta.

Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi tuloksiin ovat voineet vaikuttaa useat muut tekijät. Käytössä oli vain kaksi sirkulaattoria, joten kaikkia näytteitä ei voitu kypsennää samaan aikaan. Valmiiden näytteiden jäähtyminen estettiin kuitenkin lämpökaapin avulla. Myös valmistettavien lihojen koostumuksen, viimeisten käyttöpäivämäärien, kypsennysaikojen ja säilytysaikojen vaihtelut ovat saattaneet vaikuttaa näytteiden välisiin eroihin. Huomattavia tai yllättäviä eroja kyseisten tekijöiden välillä ei kuitenkaan ollut.

Tulosten esittäminen numeraalisessa muodossa teki eri ominaisuuksien voimakkuuksien vertailusta selkeää, ja sitä kautta saatiin selkeä vastaus myös itse tutkimuskysymykseen. Arvioinnin haasteellisuuteen nähden voidaan tuloksista löytää myös positiivisia puolia, sillä kuten edellä todettiin, monet ominaisuudet voimistuiivat tai heikentyivät sen mukaan, mitä korkeampi kypsennyslämpötila oli kyseessä. Ominaisuuksien voimakkuuksien nousu tai lasku kypsennyslämpötilan nousun tai laskun mukaan on luontevaa. Toisaalta erot useiden ominaisuuksien suhteen olivat ehkä odotettua pienemmät.

Tutkimus toteutettiin pitkälti aistinvaraisen arvioinnin toteutusta koskevia käytänteitä noudattaen. Arvioinnissa käytetty kuvaileva menetelmä oli sopiva laatuominaisuuksien objektiiviseen arviointiin (Tuorila & Appelbye 2005, 55–56), ja menetelmä edellytti raadin koulutusta. Tuloksia voidaan hyödyntää muissa sous vide -menetelmää koskevissa tutkimuksissa sekä niiden tahojen toimesta, jotka kyseistä kypsennysmenetelmää hyödyntävät. Keskeisimpiä tutkimuksesta saatuja tuloksia olivat seuraavat:

Kun sianlihaa kypsennetään sous vide -menetelmällä 60, 70 tai 80 °C:ssa

- Erot umamissa, suolaisuudessa ja hapokkuudessa eivät ole merkitseviä eri kypsennyslämpötilojen välillä. Umami ja suolaisuus ovat voimakkaimpia 70 °C:ssa.

- Lihasta tulee sitä vähemmän hapokasta ja huomattavasti kuivempaa mitä korkeammassa lämpötilassa sitä kypsennetään, sillä korkeammassa lämpötilassa lientä erottuu enemmän (ja liha kutistuu).
- Lihaan verrattuna siitä erottuneessa liemessä umami, suolaisuus ja hapokkuus ovat joka kypsennyslämpötilassa voimakkaampia. Umami ja suolaisuus voimistuvat liemessä sitä enemmän, mitä korkeampi lämpötila on kyseessä, sillä makuun vaikuttavat ainesosat vuotavat liemen mukana lihaskudoksen ulkopuolelle.

LÄHTEET

- Bailey, M. 1983. The maillard reaction and meat flavour. In G. Waller & M. Feather (eds.), The maillard reaction in foods and nutrition. American chemical society, 169–184.
- Bellisle, F. 2008. Experimental studies of food choices and palatability responses in European subjects exposed to the umami taste. [Verkkolehtiartikkeli]. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition 17 (S1), 376–379. [Viitattu: 7.11.2013]. Saatavana: <http://apjcn.nhri.org.tw/server/APJCN/17/s1/376.pdf>
- Bellow, L. & Moore, R. 2013. Sodium and the Diet. [Verkkojulkaisu]. Colorado State University, U.S. Department of Agriculture and Colorado counties cooperating. [Viitattu 30.10.2013]. Saatavana: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09354.pdf>
- Chandrashekar, J., Hoon, M., Ryba, N. & Zuker, C. 2006. The receptors and cells for mammalian taste. [Verkkolehtiartikkeli]. Nature 444 (7117), 288–294. [Viitattu 12.8.2013]. Saatavana Nature Archive -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Christensen, L., Gunvig, A., Tørngren, M., Aaslyng, M., Knøchel, S. & Christensen, M. 2011. Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature. [Verkkolehtiartikkeli]. Meat Science 90 (2), 485–489. [Viitattu: 10.10.2013]. Saatavana ScienceDirect -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Church, I. & Parsons, A. 2000. The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. [Verkkolehtiartikkeli]. International Journal of Food Science and Technology 35 (2), 155–162. [Viitattu: 7.11.2013]. Saatavana Wiley Online Library -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Dai, Y., Chang, H.-J., Cao, S.-X., Liu, D.-Y., Xu, X.-L. & Zhou, G.-H. 2011. Non-volatile taste compounds in cooked Chinese Nanjing duck meat following post-production heat treatment. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of Food Science 76 (5), 2011. [Viitattu: 17.9.2013]. Saatavana Wiley Online Library -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Dang, Y. L., Wang, Z. & Xu, S. Y. 2008. Methods for extracting the taste compounds from water soluble extract of Jinhua ham. [Verkkolehtiartikkeli]. European Food Research and Technology 228, 93–102. [Viitattu: 17.9.2013]. Saatavana Springer-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Fisher, C. & Scott, T. 1997. Food flavours: Biology and Chemistry. UK, Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

- Food Code, FDA & U.S. Public Health Service. 2009. [Verkkojulkaisu]. College Park, MD 20740: U.S. Department of Health and Human Services. [Viitattu: 17.11.2013]. Saatavana: <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM189448.pdf>
- Gould, N., Mobini, S., Prescott, J. & Yeomans, M. 2008. Acquired liking and intake of a novel soup conditioned by monosodium glutamate in humans. [Verkkoleh-tiartikkeli]. *Appetite* 51 (3), 751–764. [Viitattu: 7.11.2013]. Saatavana Pubget-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- He, F. & MacGregor, G. 2008. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. [Verkkoleh-tiartikkeli]. *Journal of Human Hypertension* 23, 363–384 [Viitattu: 8.11.2013]. Saata-vana: <http://www.worldactiononsalt.com/docs/news/2009/60360.pdf>
- Ishiwatari, N., Fukuoka, M., Hamada-Sato, N. & Sakai, N. 2013. Decomposition kinetics of umami component during meat cooking. [Verkkoleh-tiartikkeli]. *Journal of Food Engineering* 119 (2), 324–331. [Viitattu: 5.10.2013]. Saatavana ScienceDirect-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Jarva, O. 31.3.2012. Käytännönläheinen opas Sous Vide -ruoanlaittoon. [Verkko-julkaisu]. [Viitattu: 17.11.2013]. Saatavana: <http://www.sousvide.fi/sousvide-fi.pdf>
- Jinap, S. & Hajeb, P. 2010. Glutamate. Its applications in food and contribution to health. [Verkkoleh-tiartikkeli]. *Appetite* 55, 1–10. [Viitattu: 5.7.2013]. Saatavana: <http://integrativehealthconnection.com/wp-content/uploads/2011/11/Glutamate-Its-application-in-food-and-contribution-to-health1.pdf>
- Korhonen, M. 2002. Dietary treatment of elevated blood pressure. 91. painos. Kuopio: Kuopion yliopisto, Kuopion yliopiston julkaisuja D. lääketiede 264. 1235–0303.
- Martens, H., Stabursvik, E. & Martens, M. 1982. Texture and color changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. [Verk-koleh-tiartikkeli]. *Journal of Texture Studies* 13 (3), 291–309. [Viitattu 28.11.2013]. Saatavana Wiley Online library -tietokannasta. Vaatii käyt-töoikeuden.
- Mortensen, L. 2013. Low-temperature cooking of beef: A molecular gastronomy approach to meat preparation. [Verkkojulkaisu]. University of Copenhagen. De-partment of Food Science, Faculty of Science. [Viitattu: 28.11.2013]. Saata-va-na: <http://curis.ku.dk/portal-life/en/publications/lowtemperature-cooking-of-beef%280bbb9114-bd21-4027-a8b4-4cc25d48857e%29/export.html>

- Mouritsen, O., Williams, S., Bjerregaard, R. & Duelund, L. 2012. Seaweeds for umami flavor in the New Nordic Cuisine. [Verkkolehtiartikkeli]. Flavour 1:4, 1–12. [Viitattu 7.8.2013]. Saatavana: <http://www.flavourjournal.com/content/1/1/4>
- Prescott, J. 2004. Effects of added glutamate on liking for novel food flavors. [Verkkolehtiartikkeli]. Appetite 42 (2), 143–150. [Viitattu: 7.11.2013]. Saatavana: http://www.researchgate.net/publication/8635984_Effects_of_added_glutamate_on_liking_for_novel_food_flavors?ev=pub_srch_pub
- Projektisuunnitelma. 2011. Rakennerahastotietopalvelu: Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman projektin kuvaus. [Verkkosivu]. Euroopan unioni. [Viitattu 12.11.2013]. Saatavana: <https://www.eura2007.fi/ratiepa/projekti.php?projektikoodi=A554970>
- Quilez, J. & Salas- Salvado, J. 2012. Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. [Verkkolehtiartikkeli]. Nutrition Reviews 70 (11), 666–678. [Viitattu: 7.11.2013]. Saatavana: http://www.researchgate.net/publication/232740468_Salt_in_bread_in_Europe_potential_benefits_of_reduction
- Ritthausen, K. 1913. On a procedure for separating inosinic acid. Journal of Tokyo Chemical Society 34, 751-757.
- Saarela, A.-M., Hyvönen, P., Määttä, S. & Von Wright, A. 2010. Elintarvikkeprosessit. 3. uud. p. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.
- Sasaki, K., Motoyama, M. & Mitsumoto, M. 2007. Changes in the amounts of water-soluble umami-related substances in porcine *longissimus* and *biceps femoris* muscles during moist heat cooking. [Verkkolehtiartikkeli]. Meat Science 77, 167–172. [Viitattu: 17.9.2013]. Saatavana ScienceDirect-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Self Nutrition Data. 2013. [Verkkosivusto]. Condé Nast. [Viitattu: 30.10.2013]. Saatavana: <http://nutritiondata.self.com/foods-pork%20sirloin%20boneless%20lean%20only00000000000000000000.html>
- Suomalaiset ravitsemussuosituksset 2014. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta. [Viitattu 11.2.2014]. Saatavana: http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/files/images/vrn/2014/ravitsemussuosituksset_2014_fi_web.pdf
- Szczesniak, A. & Ilker, R. 1988. The meaning of textural characteristics – juiciness in plant foodstuffs. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of Texture Studies 19 (1), 61–78. [Viitattu 28.11.2013]. Saatavana Wiley Online library -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.

- Temussi, P. 2009. Sweet, bitter and umami receptors: a complex relationship. [Verkkolehtiartikkeli]. Trends in Biochemical Sciences 34 (6), 296–302. [Viitattu 12.8.2013]. Saatavana ScienceDirect-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Tomioka, K., Yang, S. & Endo, K. 1993. Decomposition of Inosinic Acid in Flesh during Cooking. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of Home Economics of Japan 44 (1), 11–16. [Viitattu 7.10.2013]. Saatavana (japaniksi): https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhej1987/44/1/44_1_11/article
- Tuorila, H. & Appelbye, U. 2005. Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino.
- Tuorila, H., Parkkinen, K. & Tolonen, K. 2008. Aistit ammattikäyttöön. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Umami Dearest. 4.9.2013. Silicon Investor. [Verkkosivusto]. [Viitattu: 17.9.2013]. Saatavana: <http://www.siliconinvestor.com/readreplies.aspx?msgid=17950592>
- Vaudagna, S., Pazos, A., Guidi, S., Sanchez, G., Carp, D. & Gonzalez, C. 2008. Effect of salt addition on *sous vide* cooked whole beef muscles from Argentina. [Verkkolehtiartikkeli]. Meat Science 79 (3), 470–482. [Viitattu: 30.10.2013]. Saatavana ScienceDirect -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Weaver, J., Kroger, M. & Thompson, M. 1978. Free amino acid and rheological measurements on hydrolyzed lactose cheddar cheese during ripening. Verkkolehtiartikkeli]. Journal of Food Science 43 (2), 579–583. [Viitattu 11.8.2013]. Saatavana Wiley Online library -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Yamaguchi, S. & Ninomiya, K. 2000. The Use and Utility of Glutamates as Flavouring Agents in Food: Umami and Food Palatability. [Verkkolehtiartikkeli]. The Journal of Nutrition (JN) 130, 921S–926S. [Viitattu: 7.8.2013]. Saatavana: <http://jn.nutrition.org/content/130/4/921S.full.pdf+html>
- Yamaguchi, S. & Takahashi, C. 1984. Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of food science 49 (1), 82–85. [Viitattu: 7.11.2013]. Saatavana Wiley Online Library -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Yamaguchi, S. 1967. The Synergistic Taste Effect of Monosodium Glutamate and Disodium 5'-Inosinate. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of Food Science 32, 473–478. [Viitattu 11.8.2013]. Saatavana Wiley Online Library -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Yuan, K. 2003. Can't Get Enough of Umami: Revealing the Fifth Element of Taste. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of Young Investigators 9 (2). [Viitattu: 23.10.2013]. Saatavana: <http://legacy.jyi.org/volumes/volume9/issue2/features/yuan.html>

LIITTEET

LIITE 1 Suostumuslomake

SUOSTUMUS

Suostun osallistumaan aistinvaraiseen arviointiin ja toimimaan osana arviointiraatia.

Tutkimuksen tavoitteena on tutkia sous vide -kypsennyslämpötilan vaikutusta porsaan ulkofileen täyteläisyyteen ja suolaisuuteen.

Tutkimus on osa Uudet elintarvikeprosessit – näkökulmina laatu ja kestävä tuotantotalous -tutkimushanketta, jonka tavoitteena on muun muassa vertailla erilaisten käsittely- ja kypsennysmenetelmien vaikutusta elintarvikkeiden aistittavaan, hygieeniseen ja ravitsemukselliseen laatuun. Päämääränä on tuottaa tietoa erityisesti sous vide -kypsennysmenetelmästä. Hanke sijoittuu kokonaisuudessaan aikavälille 1.3.2011 - 30.6.2014 ja sen rahoittajana toimivat Tekes (EAKR), osallistujayritykset sekä Etelä-Pohjanmaan korkeakoulukonsortio.

Aistinvaraisen arvioinnin tulokset esitellään Aino Ojaniemen opinnäytetyössä, jonka ohjaajana toimii Kaija Nissinen. Tutkimushankkeen puitteissa työtä ovat ohjanneet myös professori Anu Hopia ja tutkija Seija Pihlajaviita. Raadin koulutukseen on osallistunut dosentti Mari Sandell. Tulokset esitellään myös aiheesta tehtävässä tieteellisessä artikkelissa sekä hankkeen raportoinnissa. Tarvittavat tiedot arviointeja varten on annettu raadin koulutuksessa ja sähköpostin välityksellä. Arvioitavat näytteet ovat pastöroituja.

Arviointiraadin jäsenillä on mahdollisuus keskeyttää arviointiin osallistuminen, mutta jäsenen odotetaan tiedostavan keskeytyksestä tutkimukselle aiheutuva haitta. Keskeyttämisestä johtuva arviointien määrän väheneminen saattaa heikentää tutkimuksen luotettavuutta.

Kaikkien osallistujien arviointitulokset käsitellään luottamuksellisesti, eikä tutkimusaineistossa mainita koehenkilöiden nimiä. Arviointiraadin jäsenet palkitaan tuotelahjalla.

Päivämäärä: _____

Allekirjoitus ja nimenselvennys: _____

Yhteystiedot

Seija Pihlajaviita: seija.pihlajaviita@seamk.fi, gsm: xxx xxx xxxx

Aino Ojaniemi: aino.ojaniemi@seamk.fi, gsm: xxx xxx xxxx

LIITE 2 Arviointilomake

Porsaan lihan ja lihaliemen aistinvarainen arviointi

Nimi _____ Pvm: _____

Tervetuloa aistinvaraiseen arviointiin!

Arvioimme sous vide -menetelmällä kypsennetyn porsaan lihan ja lihaliemien aistittavaa laatua. Tutkimus on osa Aino Ojaniemen opinnäytetyötä (restonomi AMK) ja tutkimushanketta Uudet elintarvikeprosessit – näkökulmina laatu ja kestävä tuotantotalous. Näytteistä arvioidaan umamia, suolaisuutta ja hapokkuutta sekä mehukkuutta.

Merkitse lomakkeen etusivulle oma nimesi ja arvioinnin päivämäärä. Jokaiselle näytteelle on oma arviointilomake, jonka yläkulmaan merkitään näytteen numero. Aloita arviointi kohdasta 1 ja etene numerojärjestyksessä. Ensin arvioidaan liemi- ja sitten lihanäytteet.

Arvioimme näytteen makuominaisuuksia annetussa järjestyksessä jana-asteikolla (0 - 10). Apunasi ovat koulutuksessa käytetyt vertailunäytteet, joita voit halutessasi maistella ennen näytteen arviointia. Merkitse arviointisi pystyviivalla jana-asteikolle ominaisuuden voimakkuutta kuvaavaan kohtaan. Janalle merkityt vertailunäytteet on tarkoitettu helpottamaan arviointia. Asteikon hahmottamiseksi janalle on merkitty myös apuviivat 2, 4, 6 ja 8 cm:n kohtaan sekä vertailunäytteen kohtaan.

Helpottaaksesi suun ja vatsan kuormitusta, näytteet kannattaa aistimisen jälkeen sylkeä sylkykupiin. Muista neutraloida suusi välillä vedellä ja tarvittaessa vesikekseillä.

Lämmin kiitos osallistumisestasi tutkimustyöhömmme,

Aino ja Seija

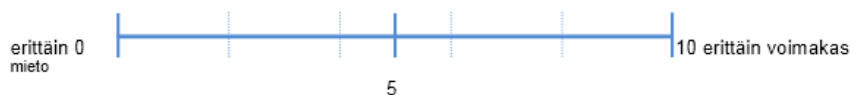


Umami (5)
 Suolainen (5)
 Hapokkuus (5)

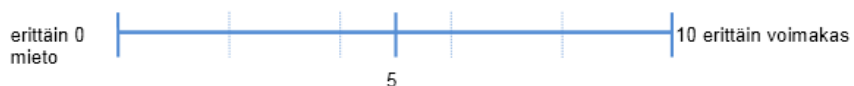
Näyte n:ro _____

Ota suuhun lieminäytettä ja anna sen levitä suuhusi. Liikuta kieltäsi suussasi, jotta näyte leviää hyvin myös kielen ympärille. Arvioi seuraavia makuominaisuuksia yksi kerrallaan ja vertaa maun voimakkuutta vertailunäytteeseen.

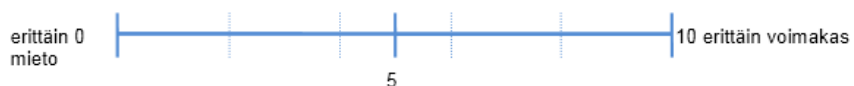
1 Umami Kielellä aistittava makuominaisuus, jota voisi kuvalla lihamaiseksi, sienimäiseksi



2 Suolaisuus Kielellä aistittava suolainen ominaisuus



3 Hapokkuus



5 Muita huomioita

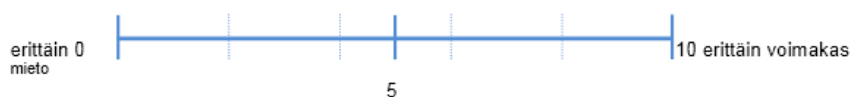
Anna tarvittaessa sanallinen arviointi näytteen muista ominaisuuksista

Umami (5)
 Suolainen (5)
 Hapokkuus (5)

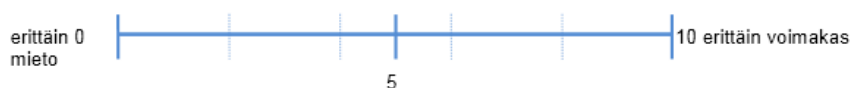
Näyte n:ro _____

Ota suuhun lieminäytettä ja anna sen levitä suuhusi. Liikuta kieltäsi suussasi, jotta näyte leviää hyvin myös kielen ympärille. Arvioi seuraavia makuominaisuuksia yksi kerrallaan ja vertaa maun voimakkuutta vertailunäytteeseen.

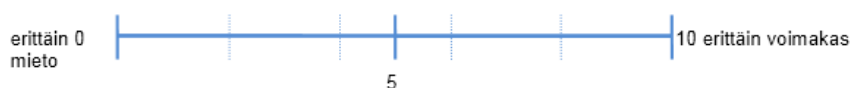
1 Umami Kielellä aistittava makuominaisuus, jota voisi kuvalla lihamaiseksi, sienimäiseksi



2 Suolaisuus Kielellä aistittava suolainen ominaisuus



3 Hapokkuus



5 Muita huomioita

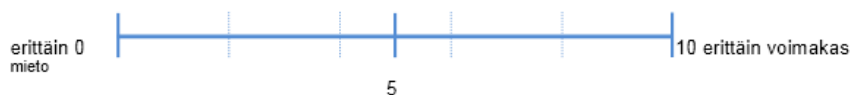
Anna tarvittaessa sanallinen arviointi näytteen muista ominaisuuksista

Umami (5)
 Suolainen (5)
 Hapokkuus (5)

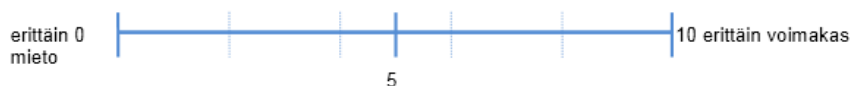
Näyte n:ro _____

Ota suuhun lieminäytettä ja anna sen levitä suuhusi. Liikuta kieltäsi suussasi, jotta näyte leviää hyvin myös kielen ympärille. Arvioi seuraavia makuominaisuuksia yksi kerrallaan ja vertaa maun voimakkuutta vertailunäytteeseen.

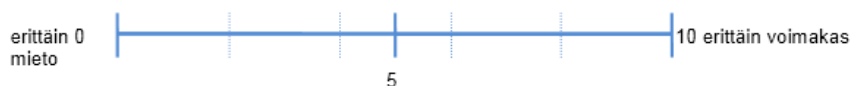
1 Umami Kielellä aistittava makuominaisuus, jota voisi kuvalla lihamaiseksi, sienimäiseksi



2 Suolaisuus Kielellä aistittava suolainen ominaisuus



3 Hapokkuus



5 Muita huomioita

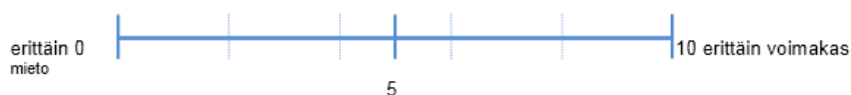
Anna tarvittaessa sanallinen arviointi näytteen muista ominaisuuksista

Umami (5)
 Suolainen (5)
 Hapokkuus (5)

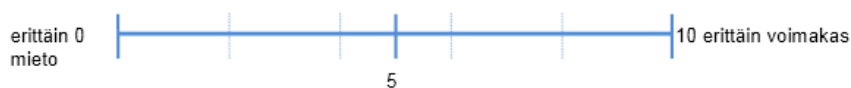
Näyte n:ro _____

Ota suuhun noin sokeripalan kokoinen näyte lihan keskeltä ja pureskele sitä rauhasa. Arvioi seuraavia makuominaisuuksia yksi kerrallaan ja vertaa maun voimakkuutta vertailunäytteeseen.

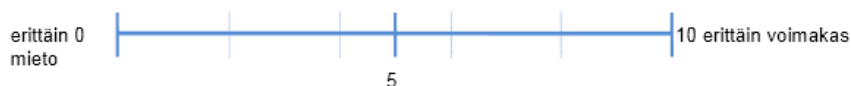
1 Umami Kielellä aistittava makuominaisuus, jota voisi kuvalla lihamaiseksi, sienimäiseksi



2 Suolaisuus Kielellä aistittava suolainen ominaisuus



3 Hapokkuus



4 Lihan mehukkuus

Ota suuhusi noin sokeripalan kokoinen pala vertailunäytteenä olevaa kinkkua ja pure sitä muutaman kerran, kunnes neste on selvästi irronnut ja havainnoi nesteen määrä suussasi.

Ota suuhusi noin sokeripalan kokoinen palan porsaansfileestä, pure sitä vähintään 10 kertaa ja havainnoi nesteen määrä suussasi. Vertaa nestemäärää vertailunäytteen synnyttämään nestemäärään.



5 Muita huomioita

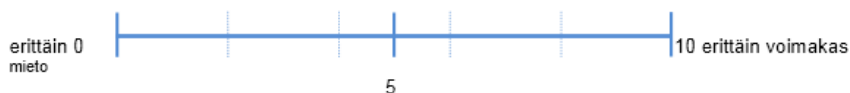
Anna tarvittaessa sanallinen arviointi näytteen muista ominaisuuksista

Umami (5)
 Suolainen (5)
 Hapokkuus (5)

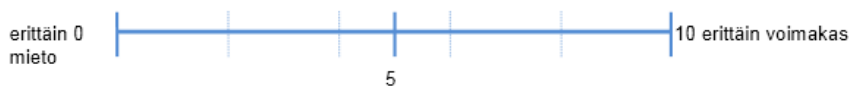
Näyte n:ro _____

Ota suuhun noin sokeripalan kokoinen näyte lihan keskeltä ja pureskele sitä rauhasa. Arvioi seuraavia makuominaisuuksia yksi kerrallaan ja vertaa maun voimakkuutta vertailunäytteeseen.

1 Umami Kielellä aistittava makuominaisuus, jota voisi kuvalla lihamaiseksi, sienimäiseksi



2 Suolaisuus Kielellä aistittava suolainen ominaisuus



3 Hapokkuus



4 Lihan mehukkuus

Ota suuhusi noin sokeripalan kokoinen pala vertailunäytteenä olevaa kinkkua ja pureise sitä muutaman kerran, kunnes neste on selvästi irronnut ja havainnoi nesteen määrä suussasi.

Ota suuhusi noin sokeripalan kokoinen palan porsaansfileestä, pure sitä vähintään 10 kertaa ja havainnoi nesteen määrä suussasi. Vertaa nestemäärää vertailunäytteen synnyttämään nestemäärään.



5 Muita huomioita

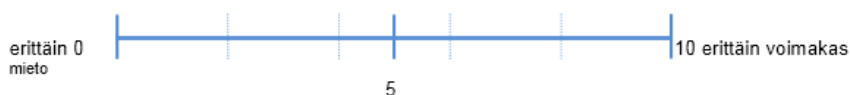
Anna tarvittaessa sanallinen arviointi näytteen muista ominaisuuksista

Umami (5)
 Suolainen (5)
 Hapokkuus (5)

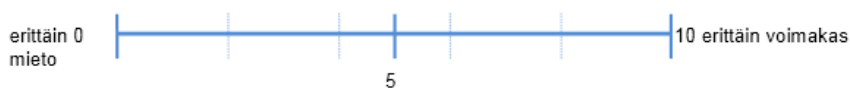
Näyte n:ro _____

Ota suuhun noin sokeripalan kokoinen näyte lihan keskeltä ja pureskele sitä rauhasa. Arvioi seuraavia makuominaisuuksia yksi kerrallaan ja vertaa maun voimakkuutta vertailunäytteeseen.

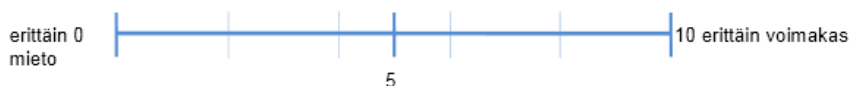
1 Umami Kielellä aistittava makuominaisuus, jota voisi kuvalla lihamaiseksi, sienimäiseksi



2 Suolaisuus Kielellä aistittava suolainen ominaisuus



3 Hapokkuus



4 Lihan mehukkuus

Ota suuhusi noin sokeripalan kokoinen pala vertailunäytteenä olevaa kinkkua ja pure sitä muutaman kerran, kunnes neste on selvästi irronnut ja havainnoi nesteen määrä suussasi.

Ota suuhusi noin sokeripalan kokoinen palan porsaansfileestä, pure sitä vähintään 10 kertaa ja havainnoi nesteen määrä suussasi. Vertaa nestemäärää vertailunäytteen synnyttämään nestemäärään.



5 Muita huomioita

Anna tarvittaessa sanallinen arviointi näytteen muista ominaisuuksista
